Sumário

1. Objetivo 6
2. Aplicação 6
3. Documentos de referência 6
4. Obtenção de dados preliminares 6
4.1. Características do projeto 6
4.1.1. Localização 6
4.1.2. Tensão de operação 6
4.1.3. Finalidade 7
4.1.4. Tipo de rede 7
4.2 Levantamento de carga 8
4.3. Planos e projetos existentes 8
4.4. Anteprojeto 8
4.5. Mapas, plantas e croquis 9
5. Levantamento de carga 10
5.1. Consumidores urbanos ligados em tensão primária 10
5.2. Consumidores urbanos ligados em tensão secundária 10
5.2.1. Consumidores existentes 10
5.2.2. Consumidores novos 10
5.2.2.1. Edificação de uso coletivo 10
5.2.2.1.1. Residencial 10
5.2.2.1.2. Comercial 11
5.2.2.1.3. Misto 11
5.2.2.2. Edificação de uso individual 11
5.2.2.2.1. Residencial 11
5.2.2.2.2. Não residencial 11
5.3. Consumidor rural 11
5.4. Consumidores com cargas especiais 12
5.5. Iluminação pública 12
6. Cálculo de demanda 12
6.1. Rede urbana 12
6.1.1. Consumidor existente 12
6.1.2. Consumidor novo 12
6.1.2.1. Consumidor residencial 12
6.1.2.1.1. Loteamento 12
6.1.2.1.2. Reforma e extensão de rede 13
6.1.2.2. Consumidor não residencial 13
6.2. Rede rural 13
6.2.1. Consumidor existente 13
6.2.2. Consumidor novo 13
6.2.2.1 Demanda dos consumidores A, B e C 14
6.2.2.2. Demandas dos consumidores D 14
6.2.3. Cálculo da potência dos transformadores 15
7. Configuração e traçado 16
7.1 Rede urbana 16
7.1.1. Rede primária 16
7.1.1.1. Alimentador troncal 16
7.1.1.2. Ramal de alimentador 17
7.1.2. Rede secundária 17
7.1.2.1. Configuração básica e traçado 17
7.2. Rede rural 17
7.2.1.Alimentador troncal 17

7.2.2. Ramal rural 18
8. Locação de rede 18
8.1. Afastamentos mínimos 18
8.1.1. Afastamentos mínimos – condutores ao solo 18
8.1.2. Afastamento mínimo entre condutores de circuitos diferentes 20
8.1.3. Afastamentos mínimos – condutores a edificações 24
8.1.4. Afastamentos mínimos – estrutura 27
8.1.5. Afastamentos entre condutores e vegetação 29
8.2. Cruzamentos 29
8.3. Vãos 32
8.3.1. Rede com condutores nus 32
8.3.2. Rede com cabos cobertos 33
8.4. Posteação 34
8.5. Medição de deflexão horizontal 36
9. Transformador 37
9.1. Potência nominal 37
9.1.1. Rede urbana 37
9.1.2. Rede rural 37
9.2. Dimensionamento 37
9.2.1. Rede urbana 37
9.2.1.1. Projeto de rede nova 37
9.2.1.2. Projeto de reforma ou extensão de rede 37
9.2.2. Rede rural 38
9.3. Locação 38
9.4. Instalação 38
10. Condutor 38
10.1. Rede urbana 38
10.1.1. Rede Primária 38
10.1.1.1. Rede convencional 38
10.1.1.2. Rede compacta 39
10.1.2. Rede secundária 39
10.1.2.1 Rede convencional 39
10.1.2.2. Rede multiplexada 40
10.2. Rede rural 40
10.2.1. Rede primária 40
10.2.2. Rede secundária 40
10.3. Ramal de ligação \ rede secundária 40
10.4. Condutor de ligação transformador \ rede secundária 41
11. Cálculo elétrico 41
11.1. Critérios do dimensionamento 41
11.1.1. Rede urbana 41
11.1.1.1. Rede primária 41
11.1.1.2. Rede secundária 42
11.1.1.3. Cargas 44
11.1.2. Rede rural 44
11.1.2.1 Rede primária 44
11.1.2.2 Rede secundária 44
11.2 Cálculo de queda de tensão 45
12. Poste 45
12.1. Tipo de poste 45
12.1.1. Rede urbana 45
12.1.2. Rede rural 45
12.2. Comprimento do poste 46
12.3. Carga nominal do poste 46
13. Cruzeta 47
14. Cálculo mecânico 47
14.1. Tração de projeto 47

14.1.1. Condutor de alumínio – CA 47
14.1.2. Condutor de alumínio coberto – Rede compacta 48
14.1.3. Condutor de alumínio multiplexado – Rede isolada 48
14.1.4. Condutor de alumínio com alma de aço – CAA 49
14.1.5. Outros ocupantes 49
14.2. Flecha máxima 49
14.2.1. Condutor de alumínio – CA 49
14.2.2. Condutor de alumínio com alma de aço – CAA 50
14.2.3. Outros ocupantes 50
14.3. Tração admissível 50
14.3.1. Engastamento 50
14.3.1.1. Engastamento simples 50
14.3.1.2. Engastamento profundo 51
14.3.1.3. Escora de subsolo 51
14.3.1.4. Concretagem da base do poste 53
14.3.2. Estaiamento 54
14.3.2.1. Estai de âncora 54
14.3.2.2. Estai de cruzeta a poste 54
14.3.2.3. Estai de poste a poste 55
14.4. Flexão de postes em função da carga aplicada 55
14.5. Tração mecânica reduzida 55
14.6. Planilha de cálculo mecânico 55
15. Estruturas 56
15.1. Rede primária 56
15.1.1 Rede urbana 56
15.1.1.1. Rede convencional 56
15.1.1.1.1.Tipo de estrutura 56
15.1.1.1.2. Escolha da estrutura 57
15.1.1.1.2.1. Afastamento de edificações 57
15.1.1.1.2.2. Deflexão horizontal 57
15.1.1.1.2.3. Fim de rede 57
15.1.1.1.2.4. Seccionamento 57
15.1.1.1.2.5. Reforma de rede 57
15.1.1.2. Rede compacta 58
15.1.1.2.1. Requisitos gerais 58
15.1.1.2.2. Sequência de fases 59
15.1.1.2.1. Tipo de estrutura 59
15.1.2. Rede rural 60
15.1.2.1 Tipo de estrutura 60
15.1.2.2. Escolha da estrutura 61
15.1.2.3. Seccionamento de rede 62
15.2. Rede secundária 62
15.2.1. Rede convencional 62
15.2.1.1. Estruturas de alinhamento 62
15.2.1.2. Estruturas de derivação 62
15.2.1.3. Estruturas em afastador 62
15.2.1.4. Estribos 63
15.2.2 Rede isolada 63
16. Aterramento 63
16.1. Aterramento da rede 63
16.1.1. Rede secundária urbana 63
16.1.2. Rede secundária rural 63
16.2. Aterramento de transformador 64
16.2.1. Sistema trifásico ou bifásico 64
16.2.2. Sistema MRT - Monofilar com retorno por terra 64
16.3. Aterramento de cerca 64
16.4. Aterramento de parreirais 65

16.5. Aterramento de para-raios de linha de distribuição 65
16.6. Aterramentos redes compactas 65
16.6.1. Aterramento Definitivo: 65
16.6.2. Aterramento temporário 65
17. Proteção e seccionamento 66
17.1. Proteção contra sobrecorrente 66
17.1.1. Critérios gerais de instalação 66
17.1.2. Locação 66
17.1.2.1. Ramais 66
17.1.2.1.1. Ramal de rede urbana 66
17.1.2.1.2. Ramal de rede rural 66
17.1.2.1.3. Ramal particular atendido em MT 67
17.1.2.2. Transformador 67
17.1.2.2.1. Transformador na rede urbana 67
17.1.2.2.2. Transformador na rede rural 67
17.2. Proteção contra sobretensão 67
17.3. Equipamento de manobra 67
18. Conexões - rede primária e secundária 68
19. Amarrações 68
19.1. Rede primária 68
19.2. Rede secundária 68
20. Materiais 68
21. Ocupação de faixa de domínio 68
22. Apresentação do projeto 68
22.1. Planta 68
22.1.1. Formato 68
22.1.2. Selo padrão 69
22.1.3. Simbologia 69
22.2. Elementos do Projeto 69
22.2.1. Memorial Técnico Descritivo 69
22.2.2. Planta urbanística e iluminação pública 70
22.2.3. Planta chave 70
22.2.4. Planta construtiva 71
22.2.5. Planilha de cálculo elétrico 72
22.2.6. Planilha de cálculo mecânico 72
22.2.7. Planilha de levantamento e cálculo de demanda rural não residencial 72
22.2.8. Termo de autorização de passagem 72
22.2.9. Autorização de poda ou abate de árvores 72
22.2.10. Detalhe de ocupação e travessia de faixa de domínio 72
22.2.11. Relação de materiais 72

1. Objetivo

Estabelecer, para a área de atuação das Cooperativas filiadas a Fecoergs, os critérios mínimos exigíveis para a elaboração e apresentação de projetos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica rurais e urbanas com as seguintes características:

a) redes com condutores nus de sistemas monofásicos, bifásicos e trifásicos de baixa e média tensão até 36,2kV (redes convencionais);
b) redes com cabos cobertos fixados em espaçadores de sistemas trifásicos de média tensão até 36,2kV (redes compactas);
c) redes com cabos isolados de sistemas de baixa tensão (redes isoladas).

2. Aplicação

Em projetos de extensão para atendimento de novos consumidores, reforma e melhorias bem como expansão de redes.

3. Documentos de referência

ABNT NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão

ABNT NBR 14039 Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV

ABNT NBR 15688 Redes de distribuição aérea de energia elétricas com condutores nus

ABNT NBR 15992 Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2 kV

NR10 – Norma regulamentadora nº10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade

Padrão de projetos – Manual 12440 (RGE)

NTD-00.001 Elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição urbanas (CEEE)

NTD-00.002 Elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição rurais (CEEE)

PTD 035.01.02 Padrão de estruturas (Fecoergs)

4. Obtenção de dados preliminares

4.1. Características do projeto

4.1.1. Localização

Rede de distribuição aérea urbana: Rede elétrica destinada ao fornecimento de energia elétrica em tensão de distribuição primária e secundária, cujo traçado se desenvolve dentro de perímetro urbano (cidades, vilas e áreas urbanizadas ou que serão loteadas).

Rede de distribuição aérea rural: Rede elétrica destinada ao fornecimento de energia elétrica em tensão de distribuição primária e secundária, cujo o traçado se desenvolve fora do perímetro urbano de cidades, vilas e povoados.

4.1.2. Tensão de operação

Rede primária: Parte de uma rede de distribuição que alimenta transformadores de distribuição e/ou pontos de entrega sobre a mesma tensão primária nominal de 13,8 kV ou 23,1 kV.

Rede secundária: Parte de uma rede de distribuição alimentada pelo secundário dos transformadores trifásicos nas tensões de 380/220 volts ou bifásicos e monofásicos nas tensões de 440/220 volts.

Sumário

4.1.3. Finalidade

Expansão das redes elétricas

Obras para atender o crescimento de mercado devido à incorporação de novos consumidores e ao aumento de carga dos consumidores existentes.

EX: Aumento de carga, ligação de novos consumidores, recondutoramento, novos alimentadores.

Renovação dos ativos de distribuição

Obras referentes à renovação dos ativos de distribuição que chegaram ao final de sua vida útil.

EX: Substituição de religador queimado, troca de capacitor queimado, substituição de poste danificado.

Melhoria da qualidade do sistema

Obras relacionadas com aumento da qualidade e confiabilidade do sistema.

EX: Correção dos níveis de tensão, complemento de fases, instalação de banco regulador de tensão.

Obras do programa luz para todos (LPT)

Obras destinadas ao atendimento a universalização cujo perfil atende as regras definidas pelo Manual de Operacionalização do Programa Luz para Todos.

EX: Extensões de novas redes para atendimento de novos consumidores do LPT.

Obras com participação financeira de terceiros

Obras para o atendimento às solicitações de aumento de carga ou conexão de unidade consumidora que não se enquadrem nas situações previstas nos artigos 40, 41 e 44 da resolução normativa nº 414 – ANEEL.

EX: Aumento de carga superior a 50kW, ligação adicional.

Obras de responsabilidade do interessado:

Obras para o atendimento às solicitações que se enquadrarem nas situações previstas no artigo 44 resolução normativa nº 414 – ANEEL.

EX: Deslocamento de rede, loteamentos particulares.

4.1.4. Tipo de rede

Rede convencional: Rede de distribuição com condutores nus, suportados através de isoladores e, instalada em postes.

Rede compacta: Rede de distribuição com condutores cobertos, suportados em espaçadores sustentados em cabo mensageiro e instalada em postes.

Rede isolada: Rede de distribuição secundária, com condutores isolados multiplexados.

Nota:

1- O padrão de rede primária urbana para novos loteamentos é a rede primária compacta, com condutores de alumínio CA protegidos com cobertura em XLPE, instalados em espaçadores. Para a rede secundária urbana para novos loteamentos o padrão é a rede secundária isolada, com cabos multiplexados. Dessa forma todos os projetos de rede urbana para atendimento de novos loteamentos devem ser projetados com rede compacta e rede isolada.

2- A rede compacta deve ser tratada como rede primária nua para todos os aspectos de segurança que envolvam a construção, operação e manutenção. Portanto, seus condutores e acessórios não podem ser tocados enquanto a rede não estiver desligada e devidamente aterrada, exceto nas atividades das equipes de rede aérea energizada (linha viva), sob pena de colocar em risco a segurança dos envolvidos na tarefa e terceiros.

Sumário

4.2 Levantamento de carga

Na solicitação de fornecimento de energia, o interessado deve informar, no mínimo:

Nome completo ou Razão social da empresa;

CPF ou CNPJ;

Localidade;

Município;

Área construída (m²)

Referência (vizinho, associado mais próximo);

Descrição: Atividade econômica, previsão de carga, pretensão de ligação (monofásica, bifásica ou trifásica);

Preenchimento do *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento.*

4.3. Planos e projetos existentes

Verificar a existência de planejamento e projetos anteriores elaborados e ainda não executados, abrangidos pela área de estudo, que possam servir de subsídios ao projeto atual.

Levar em consideração os planos de outras áreas e/ou órgãos governamentais para o local, tais como: plano diretor, loteamentos planejados, abertura de novas vias públicas, construção de pontes, viadutos, etc.

A validade do projeto, após a aprovação técnica, é de um ano, porém a liberação de carga fica submetida à reavaliação a cada 6 meses.

4.4. Anteprojeto

Na elaboração do anteprojeto deve ser feita uma análise das condições locais, levantamento de dados característicos do sistema elétrico disponíveis e obtenção de elementos básicos, tais como:

- Planta de Situação;
- Levantamento de Carga;
- Previsão de Demanda;
- Exploração do Traçado;
- Doação de Ramais e Redes Rurais e possibilidades de interligação do sistema.

a) Planta de Situação

Devem ser utilizadas como básicas, as plantas cadastradas no sistema georeferenciado.

b) Levantamento de Carga

Consiste no levantamento físico e identificação das características das cargas dos consumidores, conforme cadastro no sistema, tendo em vista a determinação da demanda.

c) Previsão de Demanda

A demanda será calculada ou estimada em função do tipo de projeto e da característica da área.

d) Exploração do Traçado

É a fase na qual todas as condições existentes do projeto e do terreno devem ser avaliadas, inclusive as possíveis condições futuras.

A exploração do traçado é o produto da análise preliminar, no qual o projetista alia a sua criatividade à experiência para definir os possíveis traçados no campo para escolha da melhor solução técnica e econômica.

e) Doação de Ramais Rurais Particulares

Este aspecto deve ser considerado, quando necessário, uma vez que os ramais rurais particulares existentes podem ser integrados ao projeto com vantagem para a Cooperativa e para o proprietário.

4.5. Mapas, plantas e croquis

Através de levantamento de campo, obter as plantas atualizadas da área em estudo com os seguintes dados:

- Conferência do levantamento cadastral e do levantamento de carga com assinatura do solicitante;
- Logradouros: ruas, avenidas, becos, travessas, praças, parques, etc;
- Estradas de rodagem federais, estaduais ou municipais e ferrovias;
- Túneis, pontes, viadutos e passarela de pedestres;
- Aeroportos;
- Divisas entre Municípios e Estados;
- Acidentes topográficos e obstáculos mais destacados que influenciam na escolha do menor traçado da rede;
- Situação física da rua como definição do meio-fio e localização da rede de água, esgoto e outras benfeitorias;
- Classe de isolação da rede de distribuição;
- Tipo, altura, condição e resistência dos postes;
- Estruturas de sustentação da rede (média tensão e baixa tensão, condição das já existentes e das projetadas);
- Tipo, bitola ou seção e número de fases dos condutores das redes primária e secundária;
- Comprimento dos vãos (identificação nas redes existentes e projetadas);
- Luz mínima;
- Ângulos de deflexão;
- Tipo, bitola ou seção e número de fases dos condutores do ramal de ligação;
- Número de fases, potência e número de controle (cadastro) dos transformadores;
- Citar quando a instalação transformadora não está de acordo com o padrão;
- Equipamentos de proteção e manobra;
- Linhas de transmissão com as respectivas tensões nominais;
- Ramais particulares em tensão primária (aéreos e subterrâneos);
- Redes telefônicas, de TV a cabo e outros;
- Poste ao qual o consumidor está ligado;
- Fase na qual o consumidor está ligado;
- Localização e identificação das cargas especiais;
- Localização e identificação do tipo de utilização;
- Lotes e terrenos não edificados com metragem da testada;
- Identificação dos trechos de limpeza de faixa (roçada, desmatamento, abate e poda de árvores isoladas);
- Árvores individuais devem ser identificadas (tipo de vegetação) para fins de licenciamento ambiental, abate ou poda com autorização por escrito do proprietário (anexo 20);
- No caso de vegetação exótica (eucalipto, acácia, etc), deve ter autorização de abate ou poda de árvores e autorização por escrito do proprietário (anexo 20);
- Indicação de cerca e divisas de propriedades rurais;

- Mapas precisos, convenientemente amarrados entre si, e com arruamento existente no caso de novas áreas (loteamentos, ruas novas, etc...), bem como a liberação do loteamento pela Prefeitura Municipal;
- Classificar o tipo de solo para fins de aterramento e abertura de cavas; (A – Argiloso, B- Arenoso e cascalho, C-Rocha e laje)
- Norte geográfico;
- Coordenadas obtidas com GPS a fim de identificar a localização geográfica da posteação existente e da projetada e o futuro ponto de entrega, respeitando as poligonais acordadas entre os agentes.
- Outros dados que o projetista julgar convenientes;
- Travessias com outras concessionárias (energia e telefone), devendo constar no croqui, pontos de referência inclusive da concessionária;
- Autorização de passagem de propriedade conforme *Anexo 20 – Termo de autorização de passagem*.

5. Levantamento de carga

5.1. Consumidores urbanos ligados em tensão primária

Os consumidores devem ser localizados e anotados em plantas com os seguintes dados:

- o tipo de utilização da energia elétrica (residencial, comercial e ou industrial), tais como residências, edifícios, indústrias, hospitais, comércio e afins;
- horário de funcionamento com indicação do período de carga máxima e sazonalidade;
- carga total ligada ou demanda medida e capacidade instalada;
- possibilidades da instalação de novas cargas com fornecimento em tensão primária ou acréscimo daquelas já instaladas;

5.2. Consumidores urbanos ligados em tensão secundária

5.2.1. Consumidores existentes

Os consumidores devem ser localizados através da conferência com a listagem do cadastro da leitura de consumo e anotados em planta com os seguintes dados:

- conferência da existência do consumidor;
- conferência dos dados da ligação;
- classificação do consumidor (residencial, comercial, industrial e outros);
- identificação e levantamento das cargas especiais.

5.2.2. Consumidores novos

5.2.2.1. Edificação de uso coletivo

Para ligações de edificações de uso coletivo é necessária a apresentação de projeto elétrico de acordo com o RIC de BT ou o RIC de MT.

5.2.2.1.1. Residencial

Os consumidores devem ser identificados através dos seguintes dados:

- poste ao qual o edifício será ligado;
- número de apartamentos;
- área individual dos apartamentos;
- área e carga instalada de serviço.

Sumário

5.2.2.1.2. Comercial

Os consumidores em edifício de uso coletivo comercial devem ser identificados em planta através dos seguintes dados:

- poste ao qual o consumidor será ligado;
- número de salas e lojas;
- área individual das salas e lojas;
- carga instalada de cada sala ou loja;
- número e potência individual dos aparelhos de ar condicionado central, tipo janela ou tipo Split instalados no edifício;
- área e carga instalada de serviço.

5.2.2.1.3. Misto

Os consumidores de uso coletivo misto devem ser identificados através dos seguintes dados:

- poste ao qual o consumidor será ligado;
- número de unidade e área individual dos apartamentos;
- número de unidades, área e carga ligada de cada sala ou loja;
- número total e potência individual dos aparelhos de ar condicionado tipo janela ou tipo Split instalados nos apartamento;
- número total e potência individual dos aparelhos de ar condicionado tipo janela, tipo Split ou central instalados nas salas e lojas;
- área e carga instalada de serviço.

5.2.2.2. Edificação de uso individual

5.2.2.2.1. Residencial

Devem ser identificados os seguinte dados:

- poste ao qual o consumidor será ligado;
- identificação da carga instalada (número, potência e regime de funcionamento dos aparelhos e equipamentos);
- área construída;

5.2.2.2.2. Não residencial

Devem ser identificados os seguintes dados:

- poste ao qual o consumidor será ligado;
- identificação da carga instalada (número, potência e regime de funcionamento dos aparelhos e equipamentos);

5.3. Consumidor rural

Levantar a carga dos consumidores rurais através do preenchimento do *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento.*

Identificar os consumidores quanto à carga instalada (residencial ou não residencial) e o tipo de atividade.

Para o preenchimento da Planilha devem ser adotados os seguintes critérios:

a) Carga residencial:

Consumidores com carga variável de iluminação, tomadas, chuveiro elétrico e um motor de até 3/4 cv;

b) Carga não residencial:

Sumário

Consumidores com carga (variável ou permanente) superior aos limites estabelecidos para consumidor residencial;

- Carga Variável:
Cargas intermitentes sem período definitivo de funcionamento;

- Carga permanente:
Cargas não intermitentes que funcionam em períodos definidos, mínimos de 4 horas diárias.

5.4. Consumidores com cargas especiais

São considerados como cargas especiais os aparelhos que provocam flutuação de tensão na rede secundária tais como: aparelhos de Raios-X, aparelhos de solda, aparelhos de galvanização, fornos de indução, etc.

Nos consumidores, cujas cargas necessitam de análise específica para o dimensionamento elétrico, deve-se efetuar o levantamento de dados através do preenchimento do formulário *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento.*

5.5. Iluminação pública

Identificar o tipo e a potência de lâmpadas e reatores, bem como o tipo e localização do comando adotado (fotocélula, faseamento, etc).

6. Cálculo de demanda

6.1. Rede urbana

6.1.1. Consumidor existente

A demanda dos consumidores existentes é determinada através dos valores de consumo mensal.

O valor adotado é aquele correspondente ao maior consumo mensal dos últimos 12 meses.

As demandas devem ser calculadas através da fórmula:

$$kVAs = kWh^{0,7428} \times 0,0606$$

Em poços artesianos comunitários a função acima não deve ser utilizada, e sim a potência nominal da moto-bomba em CV.

6.1.2. Consumidor novo

6.1.2.1. Consumidor residencial

6.1.2.1.1. Loteamento

a) Loteamento Não Edificado

Em projetos de loteamento não edificados, adotar os seguintes valores de demanda, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1A – Valores de demanda diversificada

Área do Lote	Demanda – kVA
≤ 100 m²	1,00
>100 m² e <400 m²	1,50
≥ 400 m²	4,50

Sumário

Valores superiores podem ser adotados, desde que tecnicamente justificados e aprovados pela Cooperativa.

b) Loteamento Edificado

Em projetos de loteamentos já edificados, adotar os seguintes valores de demanda, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1B – Valores de demanda diversificada

Área Construída	Demanda – kVA
$\leq$100 m²	1,00
>100 m² e <400 m²	1,50
$\geq$400 m²	4,50

c) Extensões de rede

Em projetos de extensões de rede, calcular a demanda pelo consumo médio mensal conforme citado no item *6.1.1.*

Nota:

Para loteamentos cujas edificações sejam de múltiplas unidades consumidoras deve ser apresentado cálculo de demanda específico conforme o *REGD 035.01.06 Regulamento de instalações consumidoras – Fornecimento em tensão secundária (RIC-BT)*.

6.1.2.1.2. Reforma e extensão de rede

Nas reformas de rede existente, a demanda deve ser obtida a partir do levantamento de carga instalada ou através do consumo (kWh) obtido dos dados de faturamento. Esta demanda estimada deve ser comparada, sempre que possível, com a demanda obtida através de medições de corrente e tensão junto ao transformador e aos principais consumidores do circuito.

Para fins de cálculo da demanda individual em kVA dos consumidores residenciais existentes, deverá ser utilizada a fórmula conforme o item *6.1.1.*.

No caso de extensões de rede, para atendimento de consumidores residenciais, a demanda deve ser estimada por semelhança com a dos consumidores existentes ou conforme Tabela 1. Entretanto, no caso da carga a instalar ser superior a 10kW, ou não residencial, devem ser aplicados os procedimentos do *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento.*

6.1.2.2. Consumidor não residencial

Em projetos de rede urbana originados por pedido de ligação de unidade consumidora trifásica, a demanda é calculada pela carga instalada descrito conforme item 5, enquadrados nos critérios do RIC BT/MT.

Loteamentos industriais devem ser adotados valores mínimos de 10 kVA por lote.

6.2. Rede rural

6.2.1. Consumidor existente

Para consumidores existentes, adotar o valor calculado através da fórmula do kVAs, citado no item *6.1.1.*

Valores superiores podem ser adotados, desde que tecnicamente justificados e aprovados pela Cooperativa.

6.2.2. Consumidor novo

Os projetos de rede rural originados por pedido de ligação de unidade consumidora, devem obedecer aos critérios abaixo:

A demanda por consumidor é definida conforme a classe do mesmo e é utilizada para cálculo de potência de transformadores e queda de tensão secundária.

a) consumidores com carga exclusivamente residencial serão classificados em classe A, B ou C, sendo:

1) **Consumidor classe A**:
aquele que possui previsão para instalação de iluminação e diversos eletrodomésticos, inclusive chuveiro elétrico, bomba d'água até 3/4 CV, denotando, pelo porte e aparência de sua residência, um alto potencial de utilização futura da energia elétrica;

2) **Consumidor classe B**:
aquele que possui previsão para instalação de alguns eletrodomésticos, inclusive chuveiro elétrico e/ou bomba d'água de 3/4 CV, denotando, pelo porte e aparência de sua residência, um potencial médio de utilização futura da energia elétrica;

3) **Consumidor classe C**:
aquele que possui previsão para instalação apenas de iluminação e tomadas, podendo-se prever uma baixa utilização futura da energia elétrica devido ao baixo poder aquisitivo;

b) consumidores com carga não residencial serão classificados em classe:

1) **Consumidor classe D**:
aquele que possui previsão para instalação de carga declarada superior a classe A, B ou C .

6.2.2.1 Demanda dos consumidores A, B e C

Para determinação das demandas diversificadas individuais dos consumidores classes A, B e C, deverão ser adotados os valores indicados na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Demanda de consumidores A, B e C

N.º de consumidores de cada classe no circuito (*)	Demanda máxima diversificada individual (kVA)		
	Classe A	Classe B	Classe C
1	3,1	2,3	0,6
2	2,5	1,5	0,5
3 e 4	2,0	1,1	0,4
5 e 6	1,7	0,9	0,4
7 ou mais	1,5	0,8	0,4

(*) para cálculo elétrico da rede secundária, considerar cada lado do transformador separadamente e, para determinação da potência do transformador, considerar o número total de consumidores do circuito secundário.

6.2.2.2. Demandas dos consumidores D

Para determinação das demandas individuais dos consumidores classe D, deverão ser adotados os valores do cálculo de demanda, conforme o *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento.*

Sumário

6.2.3. Cálculo da potência dos transformadores

A potência e o número de fases de cada transformador serão determinados pelo preenchimento da Planilha para Cálculo da Potência dos Transformadores, conforme modelo do *Anexo 14 – Planilha para cálculo da potência de transformadores.*

Para o preenchimento da referida planilha deverá, primeiro, ser feita a respectiva identificação através da indicação do número de ordem da folha (número de ordem/número total de folhas) e dos nomes do município e da obra em questão, no topo da mesma. Os campos pertencentes às colunas "a" a "x" deverão ser preenchidas como segue:

Coluna "**a**"

Número de ordem do transformador, conforme identificação na planta.

Coluna "**b**"

Número de consumidores classe A alimentados pelo transformador.

Coluna "**c**"

Demanda individual dos consumidores classe A, obtida da Tabela 2 do item *6.2.2.2*

Coluna "**d**"

Demanda total dos consumidores classe A obtida pela multiplicação dos valores das duas colunas anteriores.

Colunas "**e**", "**f**" ,"**g**", "**h**", "**i**" e "**j**"

Procedimento idêntico à colunas b, c, d para os consumidores classes B e C.

Coluna "**l**"

Demanda total noturna dos consumidores A, B e C, obtida somando-se os dados das colunas **d**, **g** e **j**.

Coluna "**m**"

Número de consumidores da classe D alimentados pelo transformador.

Coluna "**n**"

Coeficiente de diversidade obtido em função do número de consumidores (coluna m), através da tabela abaixo.

Tabela 3 – Coeficientes de diversidade (Consumidores D)

Número de consumidores	Coeficiente de diversidade
1	1,0
2	0,8
3	0,7
4	0,6
5	0,5

Colunas "**o**" e "**p**"

Somatório das demandas individuais diurnas e noturnas dos consumidores, obtidas dos Formulários para Levantamento de Carga – *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento*.

Colunas "**q**" e "**r**"

Demandas totais, diurna e noturna, obtidas pela multiplicação do coeficiente de diversidade (coluna n) e pelos dados das colunas o e p.

Coluna "**s**"

Somatório das demandas das cargas P dos consumidores alimentados pelo transformador, obtidas dos Formulários para Levantamento de Carga - *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento*.

Coluna "**t**"

Demanda máxima diurna prevista para o transformador, escolhida como o maior entre o dado da coluna s e o cálculo por:

$$\sqrt{0{,}36 \cdot q^2 + (0{,}8 \cdot q + 0{,}2 \cdot l)^2}$$

Onde **q** e **l** são os dados das colunas designadas por essas letras.

Coluna "**u**"

Demanda máxima noturna prevista para o transformador, escolhida como o maior valor entre o dado da coluna s e o calculado por:

$$\sqrt{0{,}36 \cdot r^2 + (0{,}8 \cdot r + l)^2}$$

Onde **r** e **o** são os dados das colunas designadas por essas letras.

Coluna "**v**"

Potência nominal escolhida para o transformador, adotando-se o valor padronizado igual ou imediatamente superior ao maior valor entre os dados das colunas t e u.

Coluna "**x**"

Número de fases do transformador determinado pelo número de fases das cargas a ele ligadas, pela potência do transformador ou pelo número de fases determinado pelo calculo elétrico da rede secundária.

7. Configuração e traçado

7.1 Rede urbana

Projetar a posteação, sempre que possível, do lado oeste da rua cujo eixo esteja na direção aproximada Norte-Sul, afim de que as futuras árvores de médio porte possam ser plantadas do lado Leste. Para as ruas cujo eixo está na direção Leste-Oeste, o lado da posteação deve ser do lado Norte, para que as árvores de porte médio sejam plantadas no lado Sul.

7.1.1. Rede primária

7.1.1.1. Alimentador troncal

O traçado deve atender os seguintes critérios:

- Sempre utilizar arruamentos já definidos, se possível com guias colocadas, evitando ângulos e curvas desnecessárias;
- acompanhar a distribuição das cargas e suas previsões;
- em condições técnicas semelhantes dar preferência a rua de menor tráfego;
- na medida do possível evitar trechos paralelos na mesma rua e circuitos duplos;
- prever a interligação com outros alimentadores para manobra de emergência através de chaves faca;
- manter a seqüência de fases desde a subestação.

Sumário

7.1.1.2. Ramal de alimentador

Em ramais de alimentador devem ser adotados os seguintes critérios:

- dirigir os ramais em sentido paralelo uns aos outros e orientá-los de maneira a favorecer a expansão prevista para a zona por eles servida;
- considerar a posição do Alimentador Troncal evitando voltas desnecessárias;
- conservar a sequencia de fases do Alimentador Troncal.

7.1.2. Rede secundária

7.1.2.1. Configuração básica e traçado

Adotar as configurações básicas de circuitos secundários, pois estas configurações permitem o atendimento em 380/220V de toda gama de densidade de carga característica de rede de distribuição aérea.

No traçado da rede secundária, adotar os seguintes critérios:

- Os circuitos secundários devem ser do tipo radial;
- Em seccionamento de BT, interligar todos os circuitos secundários adjacentes através do condutor neutro, com aterramento.
- Projetar de forma a permitir futuras interligações, sem a necessidade de complemento de fases ou de trechos evitando a existência de vão vazio entre dois circuitos adjacentes.

7.2. Rede rural

7.2.1. Alimentador troncal

No traçado do alimentador observar os seguintes critérios:

- acompanhar o traçado das vias de uso público (estradas, caminhos, corredores, etc.), evitando a faixa de domínio em rodovias estaduais e federais.
- desviar do traçado das vias de uso público nos casos de:
  - faixa de domínio já ocupada;
  - obstáculos naturais;
  - áreas alagadiças ou com problemas de erosão;
  - reservas florestais;
  - interligação com rede já existente;
  - afastamento de linhas de transmissão;
  - desvio da zona de proteção de aeródromos;
  - evitar deflexões em excesso em trechos muito sinuosos;
  - não cruzar sobre parreirais, ou outras culturas que se faça com malha ou suporte de sustentação metálico.
- justificar tecnicamente e solicitar a aprovação da Engenharia para os desvios do traçado de vias públicas com o afastamento superior a 50 metros;
- Acompanhar o traçado de vias públicas e caminhos particulares de acesso à sede de propriedades em ramais rurais;
- ocupar propriedades particulares, com a devida autorização do proprietário para atender um ou mais consumidores;

Sumário

- ser de fácil acesso quando não acompanhar vias públicas e caminhos particulares da propriedade;
- não passar sobre edificações;

7.2.2. Ramal rural

O traçado do ramal rural deve obedecer aos seguintes critérios:

- acompanhar o traçado de vias públicas e caminhos particulares de acesso a sede da propriedade;
- ocupar propriedades particulares (com a devida autorização) para atender um ou mais consumidores;
- ser de fácil acesso quando não acompanhar vias públicas e caminhos particulares da propriedade;
- não passar sobre edificações;
- atender o consumidor em outro local, que não a sede da propriedade.

8. Locação de rede

8.1. Afastamentos mínimos

Os cabos cobertos devem ser considerados condutores nus no que se refere a todos os afastamentos mínimos já padronizados para redes primárias com condutores nus, a fim garantir a segurança de pessoas, conforme Figuras 1, 3, 5 e 7.

Os afastamentos mínimos que constam nas Tabelas 4 e 6 e nas Figuras 1, 3, 5 e 7 são sempre relativos às partes energizadas e não ao ponto de fixação.

Não são permitidas construções civis sob as redes de distribuição.

Os afastamentos entre condutores do mesmo circuito ou de circuitos diferentes, inclusive condutores aterrados, devem respeitar os afastamentos mínimos estabelecidos na Tabela 5 e Tabela 6, Figura 2 e Figura 3.

8.1.1. Afastamentos mínimos – condutores ao solo

Os afastamentos mínimos indicados na tabela a seguir podem ser aumentados convenientemente, dependendo das condições de operação e manutenção da rede.

Tabela 4 – Afastamentos mínimos entre os condutores e o solo (cabos cobertos e condutores nus)

Natureza do logradouro	Afastamento mínimo mm		
	Tensão *U* kV		
	Comunicação e cabos aterrados	$U \leq 1$	$1 < U \leq 36,2$
Vias exclusivas de pedestre em áreas rurais	3 000	4 500	5 500
Vias exclusivas de pedestre em áreas urbanas	3 000	3 500	5 500
Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais	4 500	4 500	6 000

Sumário

Natureza do logradouro	Afastamento mínimo mm		
	Tensão *U* kV		
	Comunicação e cabos aterrados	*U* ≤ 1	1 <*U* ≤ 36,2
Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas em áreas rurais	6 000	6 000	6 000
Ruas e avenidas	5 000	5 500	6 000
Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos	4 500	4 500	6 000
Rodovias federais	7 000	7 000	7 000
Ferrovias não eletrificadas e não eletrificáveis	6 000	6 000	9 000

Nota:

1- Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis, a distância mínima do condutor ao boleto dos trilhos é de 12 m para tensões até 36,2 kV, conforme ABNT NBR 14165;

2- Para tensões superiores a 36,2 kV, consultar a ABNT NBR 5422;

3 - Em rodovias estaduais, recomenda-se que a distância mínima do condutor ao solo atenda à legislação específica do órgão estadual. Na falta de regulamentação estadual, obedecer aos valores da Tabela 4.

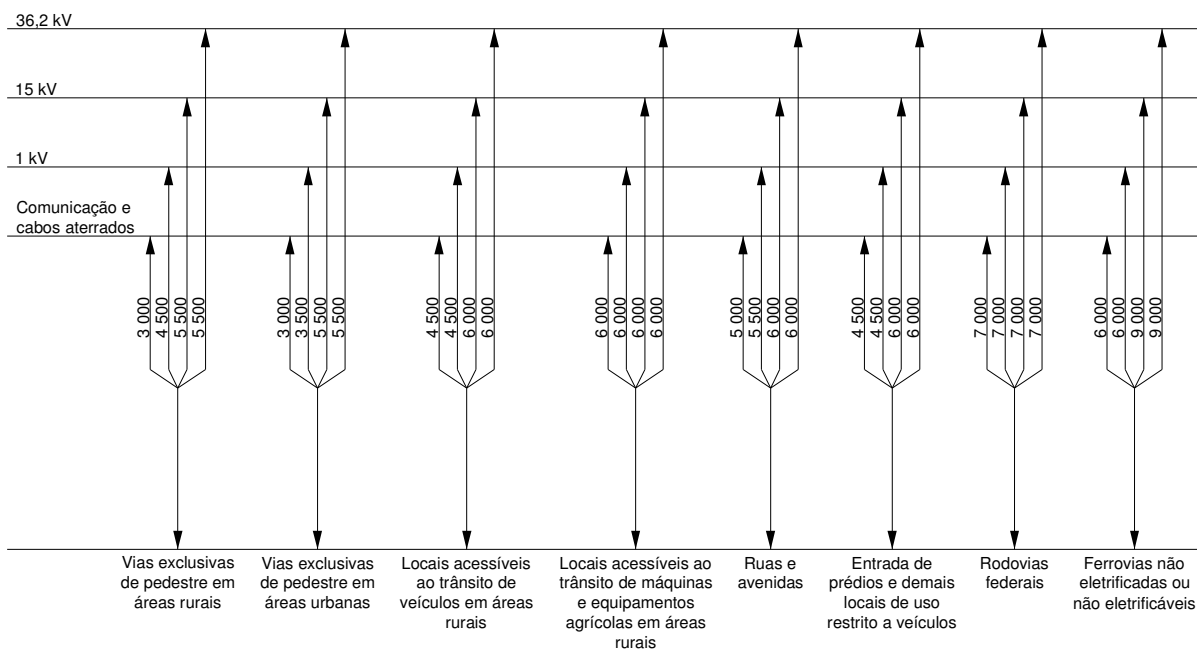



Figura 1 - Afastamentos mínimos entre os condutores e o solo (cabos cobertos e condutores nus)

Sumário

8.1.2. Afastamento mínimo entre condutores de circuitos diferentes

Os afastamentos mínimos e entre condutores de circuitos diferentes estão indicados nas tabelas e desenhos abaixo. A linha de maior tensão deve sempre passar por cima da de menor tensão.

Tabela 5 – Afastamentos mínimos entre os condutores de circuitos diferentes (condutores nus)

Afastamentos mínimos mm			
Tensão *U* kV (circuito inferior)	Tensão *U* kV (circuito superior)		
	U ≤ 1	1 < *U* ≤ 15	15 < *U* ≤ 36,2
Comunicação	600	1 500	1 800
U ≤ 1	600	800	1 000
1 < *U* ≤ 15	-	800	900
15 < *U* ≤ 36,2	-	-	900

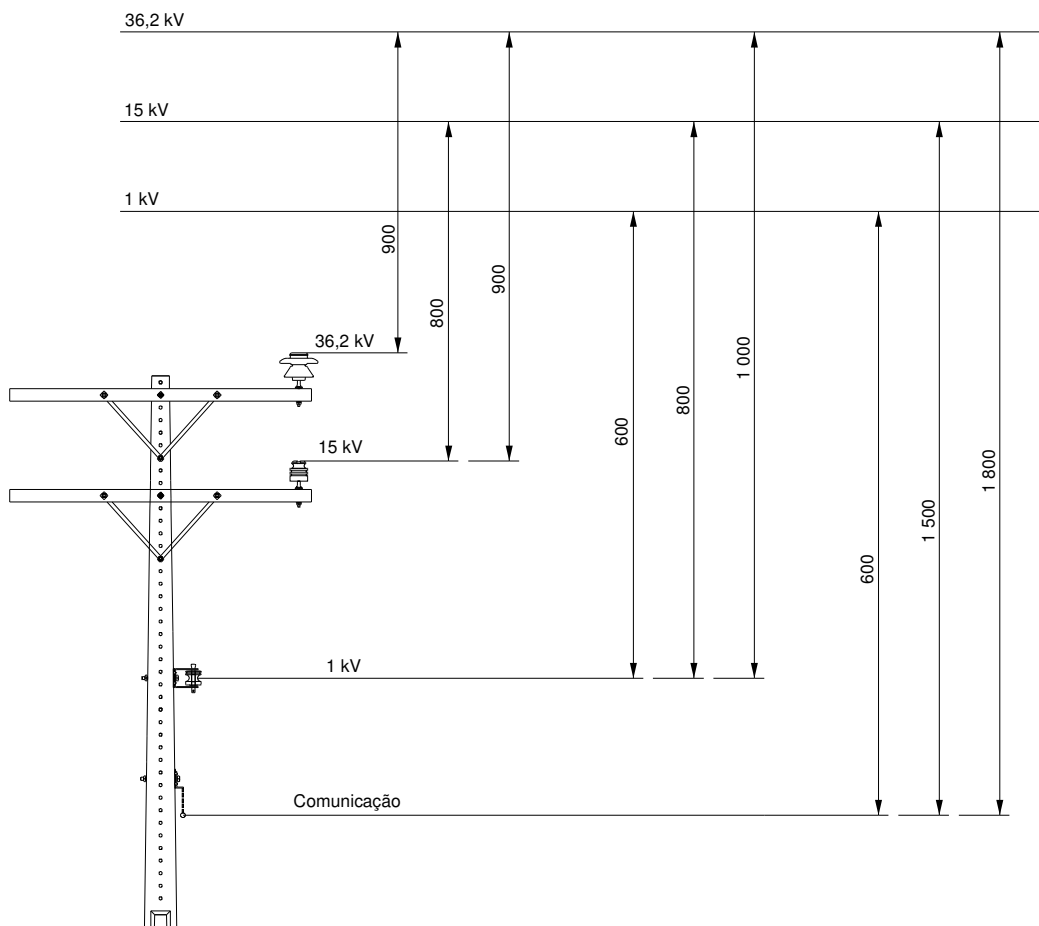



Figura 2 – Afastamentos mínimos entre condutores de circuitos diferentes (condutores nus)

Sumário

Tabela 6 – Afastamentos mínimos entre os condutores de circuitos diferentes (cabos cobertos)

Afastamentos mínimos mm			
Tensão *U* kV (circuito inferior)	**Tensão *U*** kV (circuito superior)		
	$U \leq 1$	$1 < U \leq 15$	$15 < U \leq 36{,}2$
Comunicação	600	1 500	1 800
$U \leq 1$	600	800	1 000
$1 < U \leq 15$	-	410 (Nota 2)	540 (Nota 2)
$15 < U \leq 36{,}2$	-	-	690 (Nota 2)

Nota:

1- As distâncias apresentadas para circuitos com tensão inferior a 1kV referem-se a redes com condutores nus;

2- Para redes com cabos cobertos deve-se utilizar os afastamentos mínimos indicados na Figura 3a;

3- Para afastamentos entre redes com condutores cobertos e redes com condutores nus, deve-se utilizar os afastamentos mínimos indicados nas Figuras 3b e 3c.

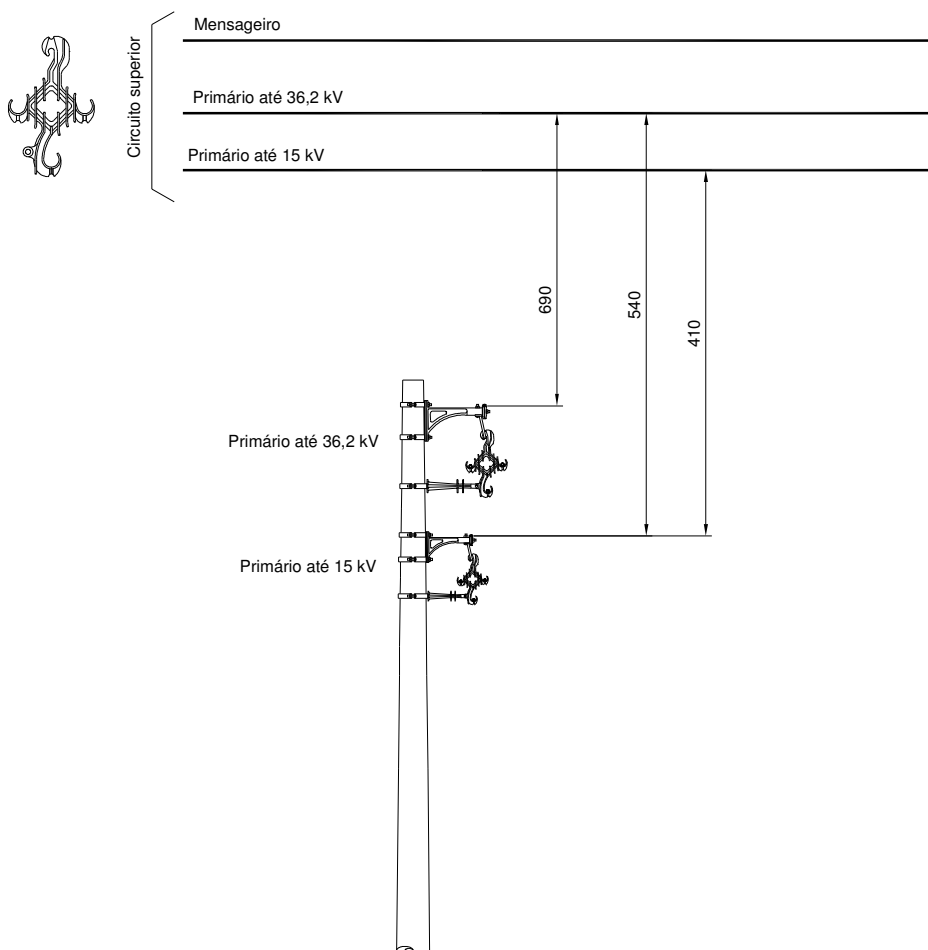



Figura 3 a – Rede compacta x rede compacta

Figura 3 – Afastamentos mínimos entre condutores de circuitos diferentes (cabos cobertos)

Sumário

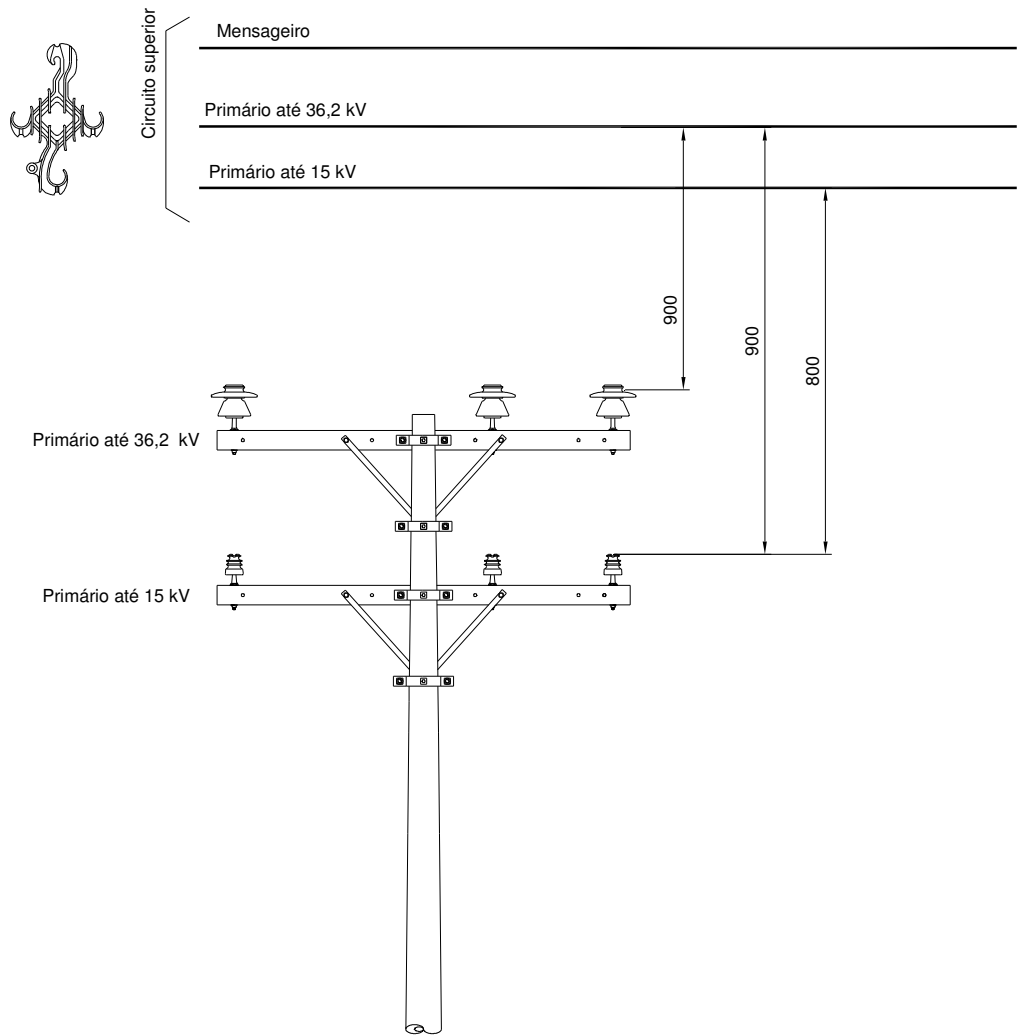



Figura 3 b – Rede compacta x rede com condutores nus

Figura 3 (continuação)

Sumário

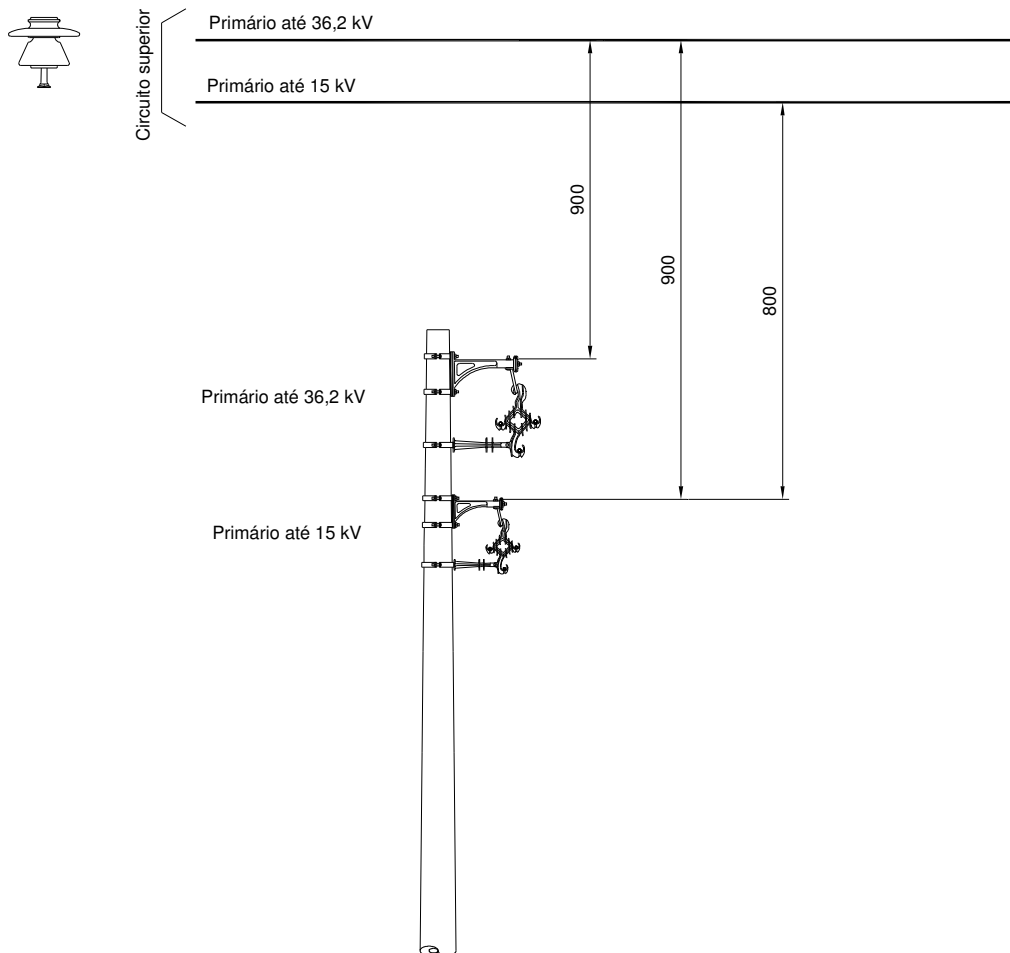



Figura 3 c – Rede com condutores nus x rede compacta

Figura 3 (continuação)

Nota:

1- Os valores das cotas indicadas são para a situação mais desfavorável de flecha;

2- Convém que circuitos diferentes no mesmo poste sejam do mesmo padrão de rede;

3- Quando instaladas na mesma estrutura, do mesmo lado do poste, é recomendado que a rede compacta seja instalada acima da rede com condutores nus.

Sumário

8.1.3. Afastamentos mínimos – condutores a edificações

Os afastamentos mínimos entre condutores e outros elementos deve ser conforme Figuras 4 e 5.

4a
Afastamentos horizontal e vertical entre os condutores e o muro

4b 4c

Afastamento vertical entre os condutores e o piso da sacada, terraço ou janela das edificações

4d
Afastamento horizontal entre os condutores e o piso da sacada, terraço e janela das edificações

4e
Afastamento horizontal entre os condutores e a parede de edificações

4f
Afastamentos horizontal entre os condutores e a cimalha e o telhado de edificações

4g
Afastamentos horizontal entre os condutores e as placas de publicidade

Figura 4 – Afastamentos mínimos entre condutores e edificações (condutores nus)

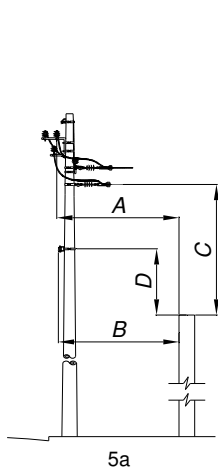
Sumário

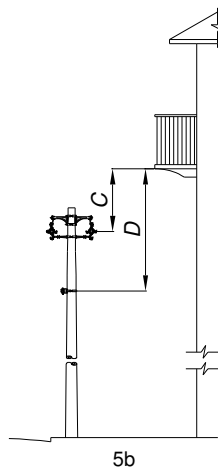
Tabela 7 – Afastamentos mínimos entre condutores e edificações (condutores nus)

Afastamentos mínimos mm						
Figura	Primário				Secundário	
	15 kV		36,2 kV			
	A	*C*	*A*	*C*	*B*	*D*
4a	1 000	3 000	1 200	3 200	500	2 500
4b	-	1 000	-	1 200	-	500
4c	-	3 000	-	3 200	-	2 500
4d	1 500	-	1 700	-	1 200	-
4e	1 000	-	1 200	-	1 000	-
4f	1 000	-	1 200	-	1 000	-
4g	1 500	-	1 700	-	1 200	-

Nota:

1- Se os afastamentos verticais das Figuras “4b” e “4c” não puderem ser mantidos, exigem-se os afastamentos horizontais da Figura “4d”;

2- Se o afastamento vertical entre os condutores e as sacadas, terraços ou janelas for igual ou maior do que as dimensões das Figuras “4b” e “4c”, não se exige o afastamento horizontal da borda da sacada, terraço ou janela da Figura “4d”, porém o afastamento da Figura “4e” deve ser mantido.

5a
Afastamentos horizontal e vertical entre os condutores e o muro

5b

5c
Afastamento vertical entre os condutores e o piso da sacada e Terraço.

Sumário

5d
Afastamento horizontal entre os condutores e a borda da sacada, terraço e janela das edificações

5e
Afastamento horizontal entre os condutores e a parede de edificações

5f
Afastamentos horizontal entre os condutores e a cimallha e o telhado de edificações

5g
Afastamentos horizontal entre os condutores e as placas de publicidade

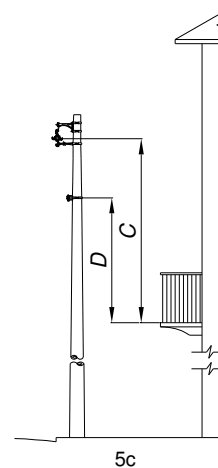
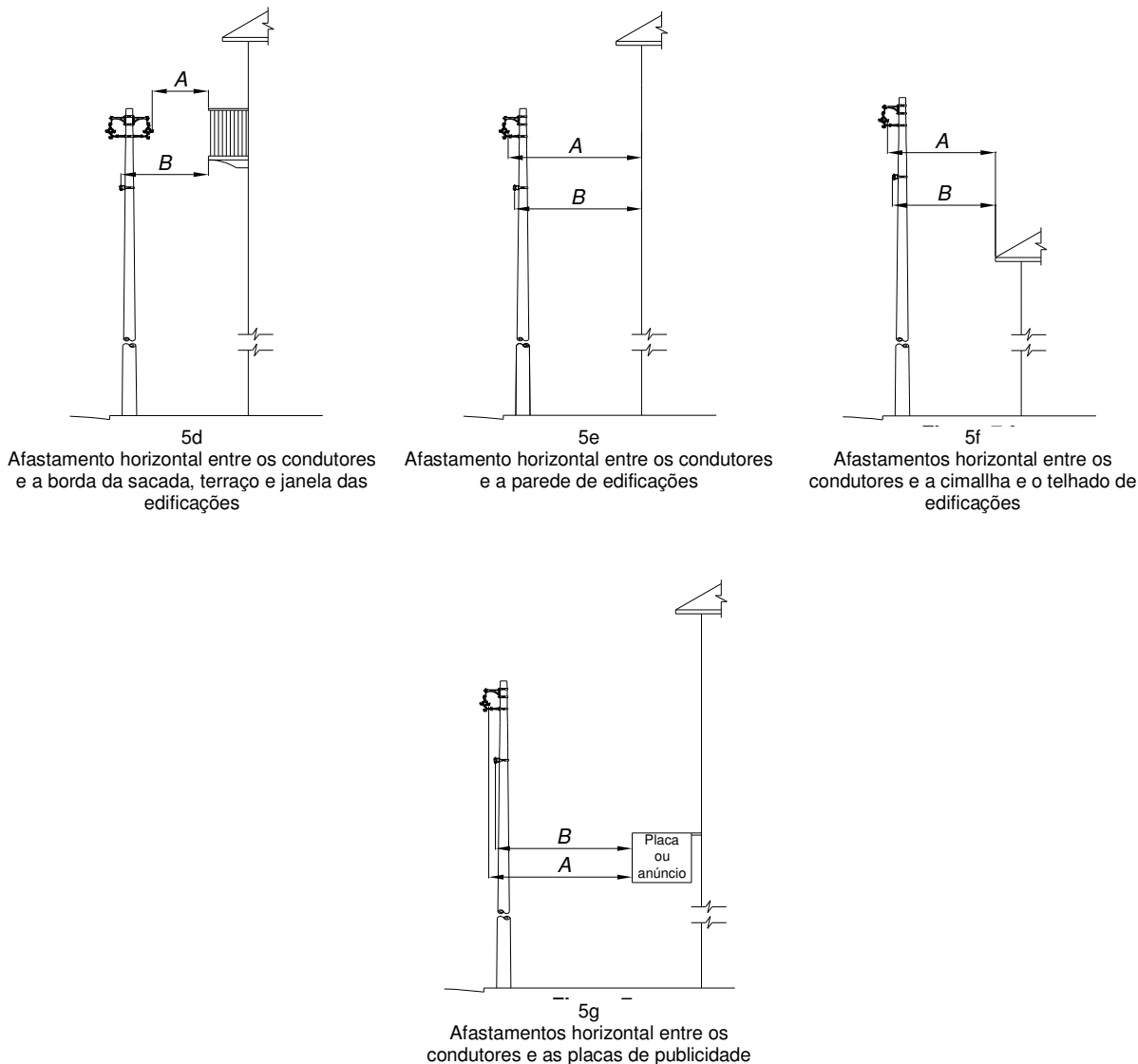



Figura 5 – Afastamentos mínimos entre condutores e edificações (cabos cobertos)

Tabela 8 – Afastamentos mínimos entre condutores e edificações (cabos cobertos)

Afastamentos mínimos mm						
Figura	Primário				Secundário	
	15 kV		36,2 kV			
	A	C	A	C	B	D
5a	1 000	3 000	1 200	3 200	500	2 500
5b	-	1 000	-	1 200	-	500
5c	-	3 000	-	3 200	-	2 500
5d	1 500	-	1 700	-	1 200	-
5e	1 000	-	1 200	-	1 000	-
5f	1 000	-	1 200	-	1 000	-
5g	1 500	-	1 700	-	1 200	-

Sumário

Nota:

1- Se os afastamentos verticais das Figuras “5b” e “5c” não puderem ser mantidos, exigem-se os afastamentos horizontais da Figura “5d”;

2- Se o afastamento vertical entre os condutores e as sacadas, terraços ou janelas for igual ou maior do que as dimensões das Figuras “5b” e “5c”, não se exige o afastamento horizontal da borda da sacada, terraço ou janela da Figura “5d”, porém o afastamento da Figura “5e” deve ser mantido.

8.1.4. Afastamentos mínimos – estrutura

Os afastamentos verticais mínimos entre condutores e outros elementos do poste, numa mesma estrutura, devem ser conforme o Figuras 6 e 7.

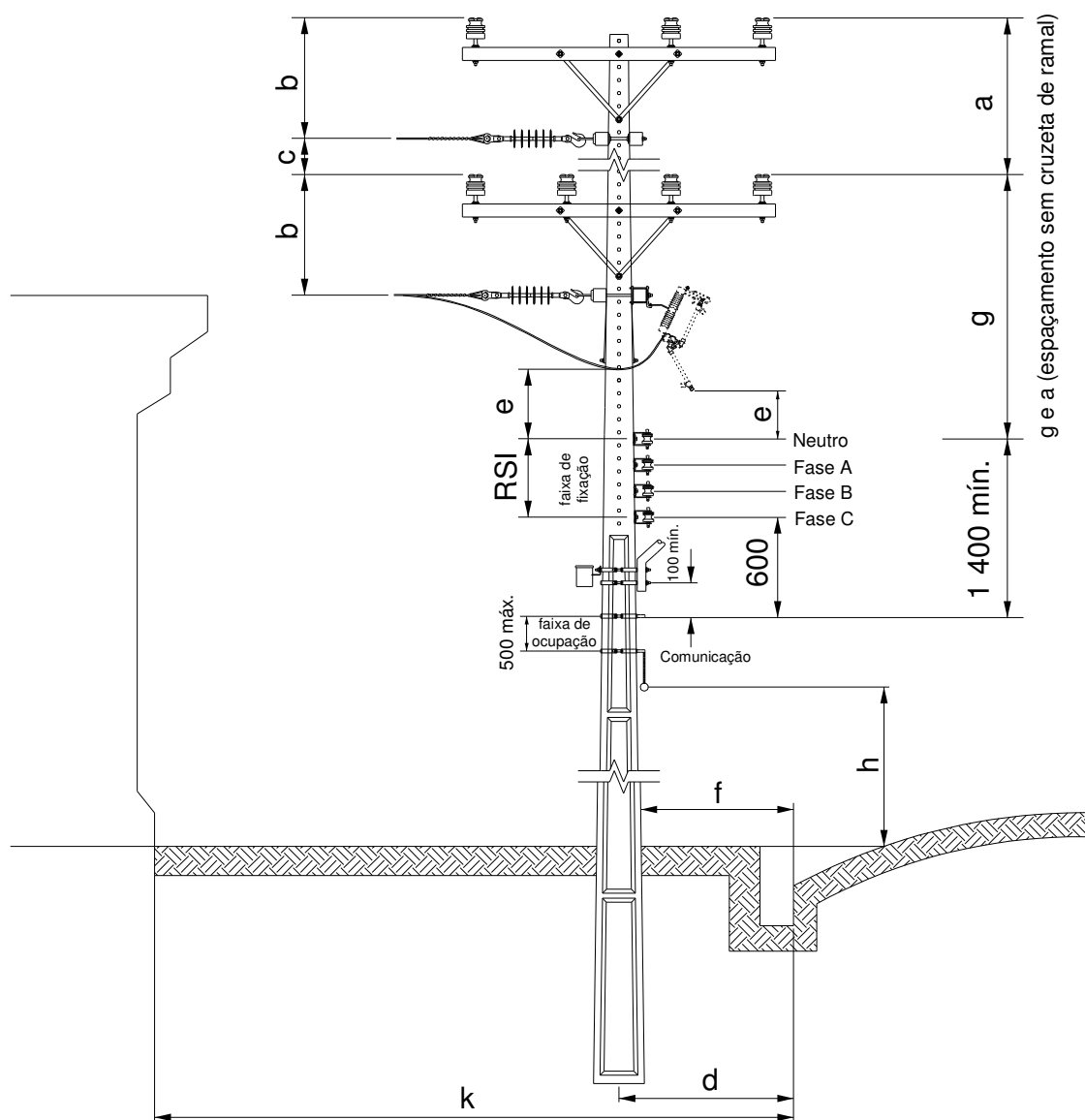



Figura 6 – Afastamentos mínimos - estrutura (condutores nus)

Sumário

Tabela 9 – Afastamentos mínimos – estrutura (condutores nus)

Afastamentos mínimos mm									
Tensão kV	a	b	c	k ≤ 2.500		k > 2.500		e	g
				d	f	d	f		
15	800	500	800	350	150	500	200	800	800
36,2	900	700	900					1.000	1.000

Nota:

1- A altura mínima h correspondente a à flecha máxima é indicada Tabela 4 e Figura 1.

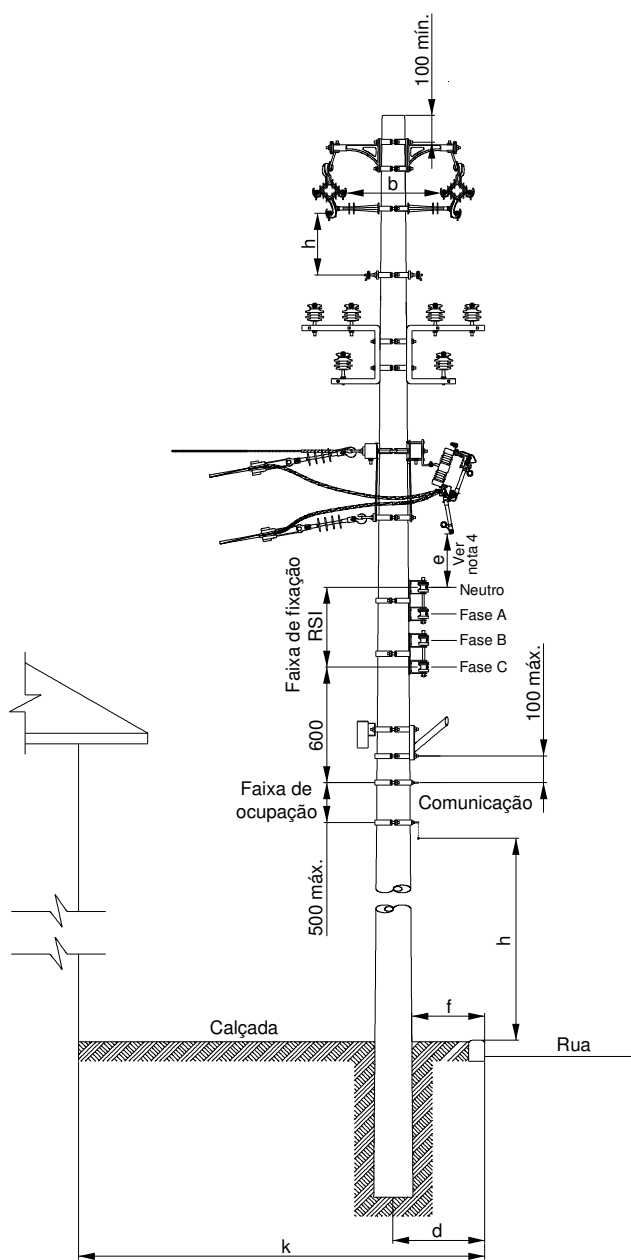



Figura 7 – Afastamentos mínimos - estrutura (cabos cobertos)

Sumário

Tabela 10 – Afastamentos mínimos – estrutura (cabos cobertos)

<table>
<tr><th colspan="11">Afastamentos mínimos
mm</th></tr>
<tr><th rowspan="2">Tensão
kV</th><th colspan="2">b
kV</th><th colspan="2">c
kV</th><th colspan="2">k≤ 2 500</th><th colspan="2">k> 2 500</th><th rowspan="2">e</th></tr>
<tr><th>15</th><th>36,2</th><th>15</th><th>36,2</th><th>d</th><th>f</th><th>d</th><th>f</th></tr>
<tr><td>15</td><td>300</td><td>430</td><td>410</td><td>540</td><td rowspan="2">350</td><td rowspan="2">150</td><td rowspan="2">500</td><td rowspan="2">200</td><td>800</td></tr>
<tr><td>36,2</td><td>-</td><td>580</td><td>-</td><td>690</td><td>1 000</td></tr>
</table>

Nota:

1- No caso de cotas mínimas entre diferentes níveis, convém que os valores sejam mantidos também entre partes energizadas, independentemente do tipo de estrutura, conforme Tabela 6;

2- A altura mínima h correspondente à flecha máxima é indicada na Tabela 4 e Figura 1;

3- Os valores de b e c referem-se aos afastamentos mínimos, horizontal e vertical entre circuitos diferentes, independentemente do arranjo de montagem.

4- O valor de e refere-se ao afastamento mínimo entre a rede secundária ou ramal de ligação secundário para a rede primária.

8.1.5. Afastamentos entre condutores e vegetação

A largura da faixa de segurança para redes de distribuição rurais é no mínimo 15 m, distribuídos em 7,5 m de cada lado em relação ao eixo da rede, permitindo-se apenas o plantio de culturas rasteiras e vedando-se a construção de edificações e assemelhados na referida faixa.

8.2. Cruzamentos

Em cruzamentos devem ser seguidos os critérios abaixo:

- Em cruzamento com redes de tensões diferentes, a rede de maior tensão fica no nível superior.

- Em cruzamentos de condutores do mesmo tipo com conexão elétrica, os condutores de maior seção passam sobre os de menor.

- Em cruzamentos com conexão elétrica no meio do vão, obedecer ao indicado nas orientações técnicas: *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamentos* e *OTD 035.03.07 Rede compacta – cruzamentos, conexões e emendas*.

- No cruzamento aéreo que interliga rede compacta com rede primária nua, a rede compacta deve ser posicionada em nível superior, efetuando-se as ligações com cabo coberto e observando-se a distância mínima definida na Figura 9.

- Nos cruzamentos aéreos entre redes compactas onde houver a continuação da rede de média tensão, isto é, onde as estruturas forem de sustentação e não de ancoragem deverá ser projetado estruturas com braço antibalanço (CE1A).

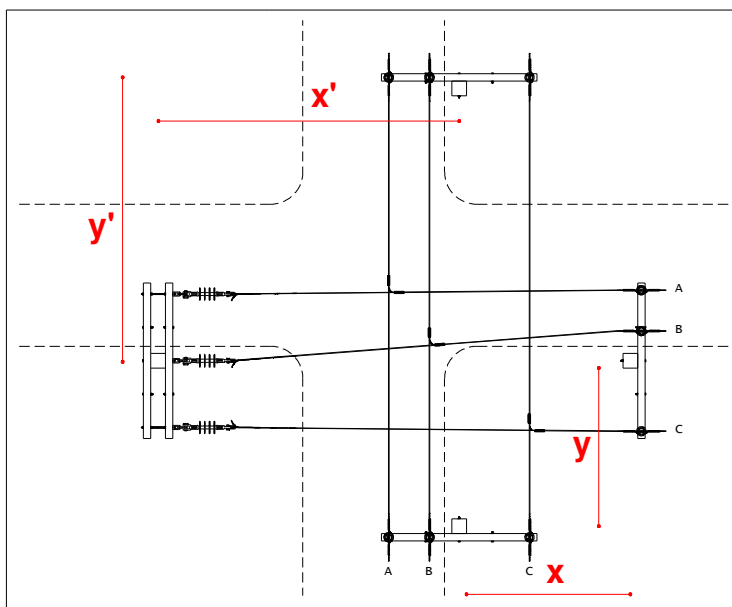



Figura 8a – Cruzamento rede primária

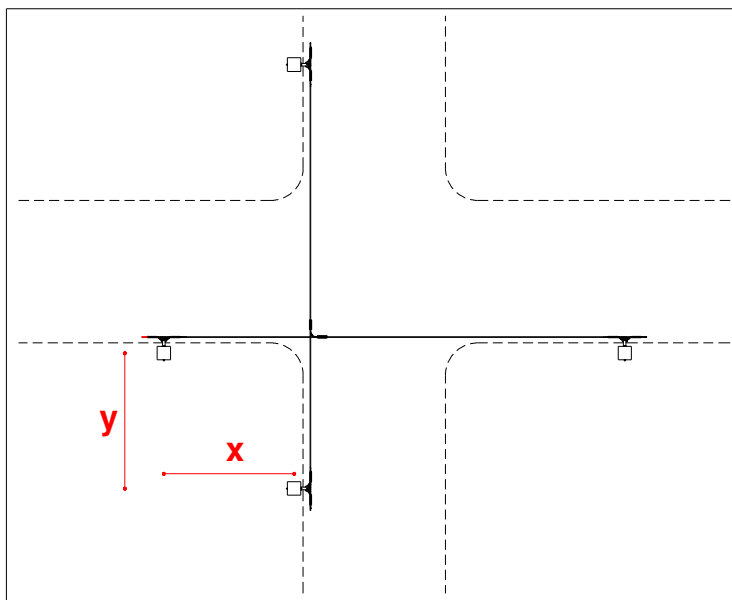



Figura 8b – Cruzamento rede secundária

Figura 8 – Cruzamento aéreo – Rede convencional (condutores nus) x rede convencional (com condutores nus)

Nota:

1- Sempre que aprovado pela Cooperativa, as distâncias x e y devem ser iguais e nunca superiores a 15m.
2- Em redes rurais a soma das dimensões y e y' não pode ser superior a 80m.

Sumário

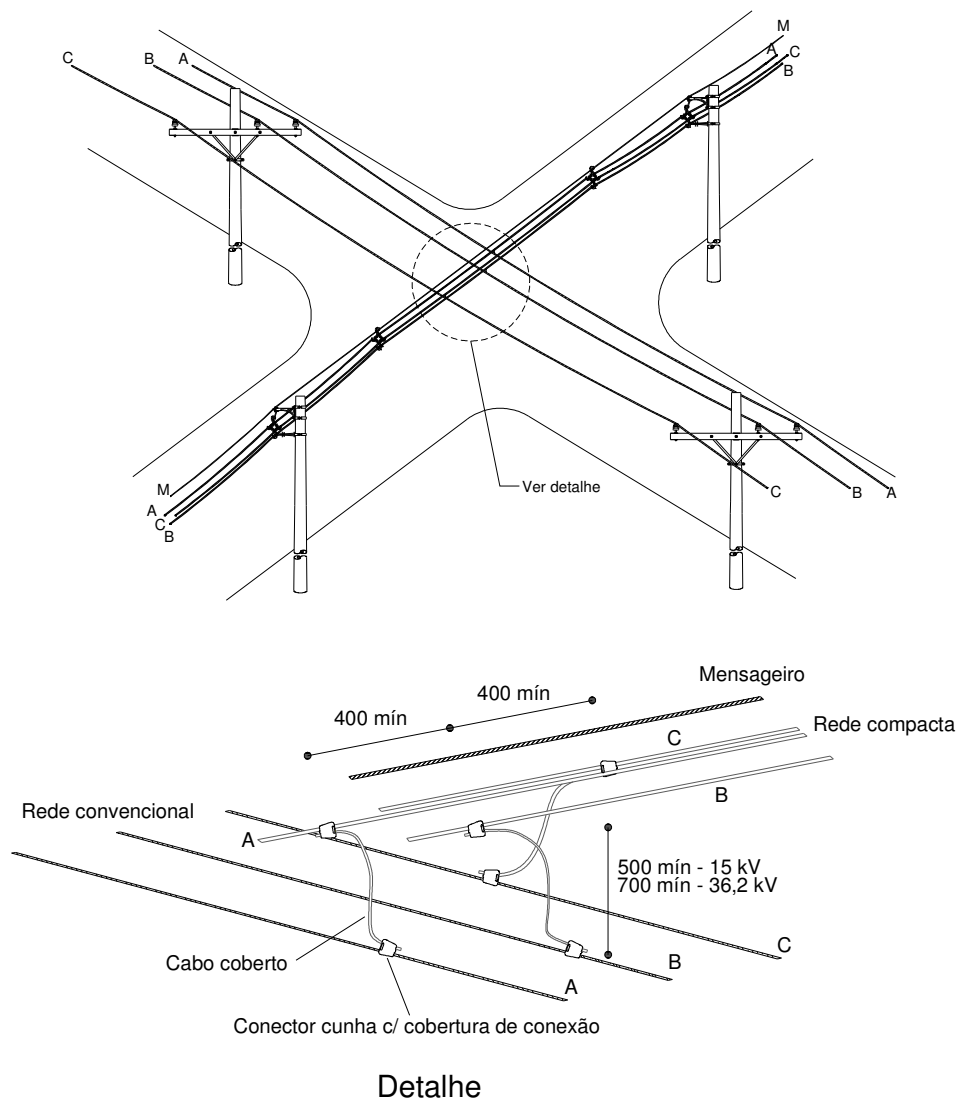



Figura 9 – Cruzamento aéreo – Rede compacta x rede convencional (com condutores nus)

Sumário

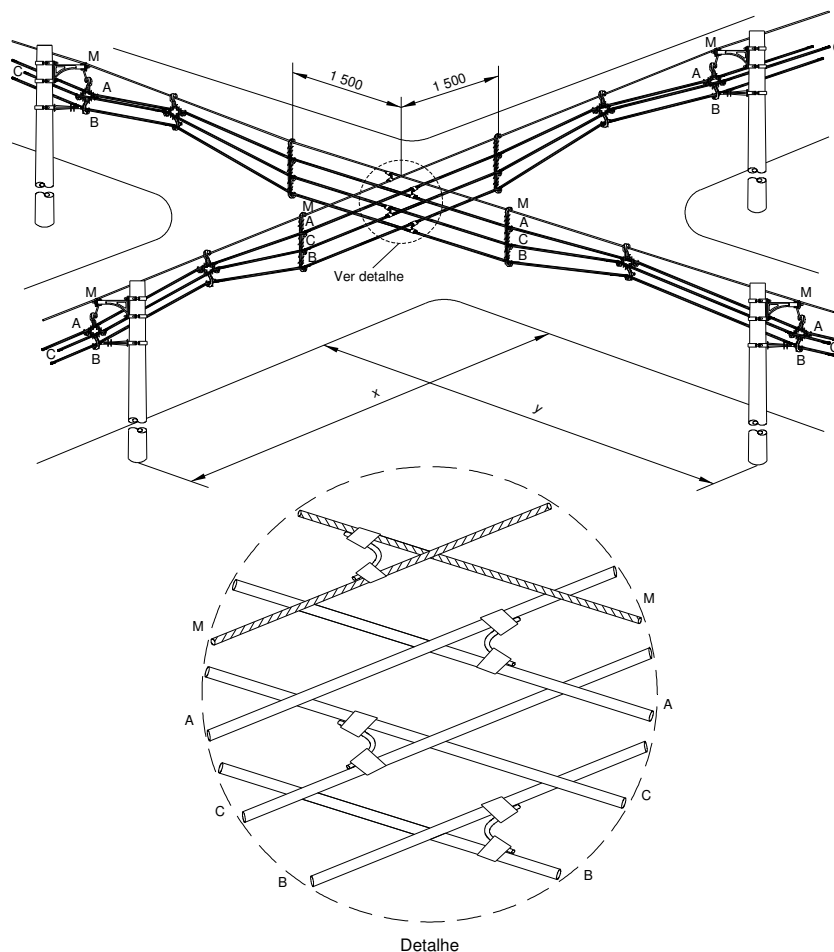



Figura 10 – Cruzamento aéreo – Rede compacta x rede compacta

Nota:

Recomenda-se que as distâncias x e y sejam de no máximo 15 m.

8.3. Vãos

8.3.1. Rede com condutores nus

Para determinar os vãos da rede, deverão ser atendidos os seguintes critérios:

- Em rede urbana, projetar os vãos com comprimento máximo de 40 m;
- Em vãos adjacentes, a diferença no comprimento não pode ser superior a um terço do comprimento do vão adjacente maior;
- Os vãos da rede secundária devem ser escolhidos de modo que o ramal de ligação não seja maior do que 30 m e que o número máximo de derivações de ramais de ligação permitido por poste seja de 4 ligações para cada lado da rua.
- Nas redes rurais mistas e secundárias que utilizarem cabos nus, adotar vão máximo de 80 metros e em redes multiplexadas adotar 60 metros.

Sumário

- Nas redes rurais primárias, adotar os vãos máximos permitidos pelo terreno, levando em consideração as alturas dos postes, as flechas dos condutores e as distâncias mínimas admissíveis entre o condutor mais baixo e o solo, limitando-os a:

Tabela 11 – Vãos máximos

Condutor CAA – AWG	Vão Máximo – m
4	120
2	120
1/0	100
2/0	100
3/0	100
4/0	80
336 MCM	80

Excepcionalmente, podem ser projetados vãos maiores que os limites acima, desde que tecnicamente justificados quanto aos esforços longitudinais e transversais na estrutura de sustentação e desde que aprovado pela Engenharia da Cooperativa.

Nota:
Para estruturas tipo TE são admitidos vãos 30% superiores aos estabelecidos na Tabela 11.

8.3.2. Rede com cabos cobertos

O afastamento entre o primeiro espaçador e a estrutura deve obedecer à Tabela 12.

Em rede urbana, projetar os vãos com comprimento máximo de 40 m

Tabela 12 – Afastamento do primeiro espaçador

Estrutura	Afastamento mm
CE1 (tangente\)	1.000
CE1A (com braço antibalanço)	7.000 a 10.000
Demais estruturas	12.0000

O afastamento entre os espaçadores ao longo do vão pode variar de 7.000 mm a 10.000 mm conforme a Figura 11. A Tabela 13 apresenta a quantidade de espaçadores considerando o afastamento máximo de 10.000 mm entre espaçadores.

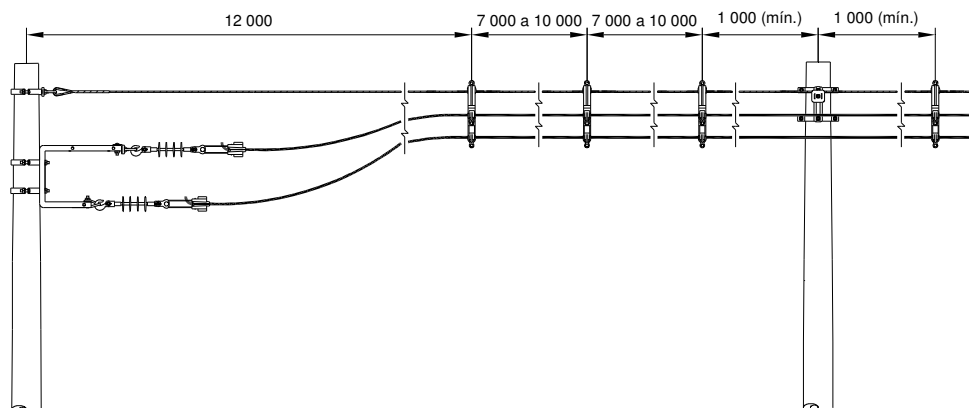



Figura 11 – Espaçadores

Tabela 13 – Quantidade espaçador

<table>
<tr><th rowspan="2">Vão
m</th><th colspan="2">Espaçadores</th><th rowspan="2">Vão
m</th><th>Espaçadores</th></tr>
<tr><th>Entre CE1 e CE1</th><th>Entre CE1A e qualquer outra estrutura</th><th>Entre CE1A e CE1A</th></tr>
<tr><td>Até 22</td><td>3</td><td>1</td><td>Até 21</td><td>2</td></tr>
<tr><td>23 a 32</td><td>4</td><td>2</td><td>22 a 31</td><td>3</td></tr>
<tr><td>33 a 42</td><td>5</td><td>3</td><td>32 a 41</td><td>4</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Vão
m</th><th>Espaçadores</th><th rowspan="2">Vão
m</th><th>Espaçadores</th></tr>
<tr><th>Entre CE1 e qualquer outra estrutura (CE2, CE3, CE4, equipamentos etc.)</th><th>Entre duas estruturas quaisquer (CE2/CE2, CE3/CE3 etc.)</th></tr>
<tr><td>Até 23</td><td>2</td><td>Até 24</td><td>1</td></tr>
<tr><td>24 a 33</td><td>3</td><td>25 a 34</td><td>2</td></tr>
<tr><td>34 a 43</td><td>4</td><td>35 a 44</td><td>3</td></tr>
</table>

Nota:

Para vãos superiores aos indicados, recomenda-se que a quantidade de espaçadores seja calculada utilizando-se a regra definida na Tabela 12.

Em saídas de subestações com elevados níveis de curto-circuito, recomenda-se que sejam utilizadas amarrações entre o cabo e o espaçador que tenha desempenho mecânico adequado para suportar os esforços eletrodinâmicos ou que sejam instalados espaçadores em intervalos menores que o estabelecido na Tabela 12 e Figura 11.

8.4. Posteação

Na locação dos postes, observar os seguintes critérios:

- em rua sem arborização, implantar as redes nas faces Norte e Oeste ou escolher o lado que tenha maior número de edificações;

Sumário

- localizar a posteação no mesmo lado das diversas ruas em alinhamento com redes elétricas existentes;
- em condições técnicas semelhantes dar preferência ao lado da rua com menos arborização;
- em vias públicas com largura igual ou superior a 25 metros, projetar rede secundária em ambos os lados;
- quando necessário, em vias públicas com largura inferior a 25 m, pode ser projetada posteação em ambos os lados da rua, desde que tecnicamente justificado;
- locar os postes nas divisas dos terrenos, quando isso não for possível, locar no centro das testadas;

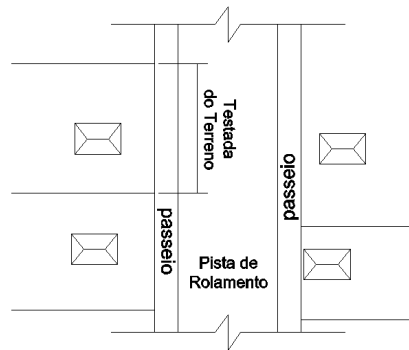



Figura 12 – Localização da testada do terreno

- não locar postes em frente de entradas de residências, garagens, estacionamentos, lojas e guias rebaixadas em postos de gasolina;
- evitar a locação de postes em frente à anúncios luminosos, marquises e sacadas;
- locar postes no centro de vias públicas somente quando houver canteiro central, cujas dimensões permitam inscrever um círculo com um diâmetro de 1 metro com centro no eixo do poste e cuja altura dos meios- fios sejam no mínimo de 15 centímetros;
- evitar a locação de postes em centro de cruzamentos de ruas e avenidas, mas, quando necessário, devem existir canteiros cujas dimensões permitam inscrever um círculo com 2 metros de diâmetro, com centro no eixo do poste e com proteção de aço;
- evitar interferência como alinhamento das galerias pluviais e esgotos;
- Nas estruturas de MT em derivação com ângulos diferentes de 90 graus, podem ser usados:
    - Postes (duplo T) com esforço mecânico compatível;
    - Postes de seção circular;
    - Estruturas em tração mecânica reduzida (TMR);
    - Cruzamento aéreo.

Sumário

- nas esquinas, os postes não podem estar a menos de 1 metro do alinhamento dos terrenos com o passeio ;

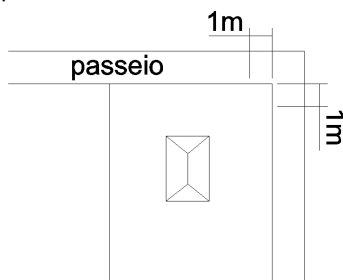



Figura 13 – Afastamento mínimo dos postes em relação a esquina

- nas derivações de rede secundária, a rede pode derivar num lado da esquina, observando-se que os condutores não podem cruzar sobre terrenos de terceiros.

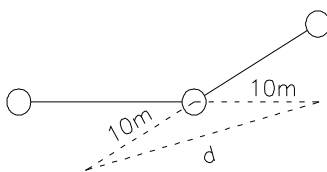
8.5. Medição de deflexão horizontal

Os ângulos de deflexão horizontal da rede são medidos através de trena, utilizando-se a tabela:

Tabela 14 – Medida do o ângulo de deflexão horizontal

d	ângulo	d	ângulo	d	ângulo	d	ângulo	d	ângulo	d	ângulo
0,18	1º	2,78	16º	5,35	31º	7,85	46º	10,15	61º	12,31	76º
0,35	2º	2,96	17°	5,51	32º	7,98	47º	10,30	62º	12,45	77º
0,52	3º	3,13	18°	5,68	33º	8,14	48º	10,45	63º	12,59	78º
0,70	4º	3,30	19°	5,85	34º	8,29	49º	10,60	64º	12,72	79º
0,74	5º	3,47	20°	6,01	35º	8,45	50º	10,75	65º	12,86	80º
1,05	6º	3,56	21º	6,18	36º	8,61	51º	10,89	66º	12,99	81º
1,22	7º	3,82	22º	6,35	37º	8,77	52º	11,04	67º	13,12	82º
1,40	8º	3,99	23º	6,51	38º	8,92	53º	11,18	68º	13,25	83º
1,57	9º	4,16	24º	6,68	39º	9,08	54º	11,33	69º	13,38	84º
1,74	10º	4,33	25º	6,84	40º	9,24	55º	11,47	70º	13,51	85º
1,92	11º	4,50	26º	7,00	41º	9,39	56º	11,61	71º	13,64	86º
2,09	12º	4,67	27º	7,17	42º	9,54	57º	11,76	72º	13,77	87º
2,26	13º	4,84	28º	7,33	43º	9,70	58º	11,90	73º	13,89	88º
2,44	14º	5,01	29º	7,49	44º	9,85	59º	12,04	74º	14,02	89º
2,61	15º	5,18	30º	7,65	45º	10	60º	12,18	75º	14,14	90º

d – distância, em metros, entre balizas colocadas a 10 metros do poste, no alinhamento da rede e a deflexão no sentido da fonte para carga.

Sumário

9. Transformador

9.1. Potência nominal

9.1.1. Rede urbana

Todos os transformadores projetados em redes urbanas devem ser preferencialmente trifásicos e com potência nominal de acordo com a tabela:

Tabela 15 – Transformadores trifásicos em rede urbana

Potência Nominal – kVA
30
45
75
112,5

9.1.2. Rede rural

Os transformadores projetados podem ser trifásicos ou monofásicos, de acordo com o tipo de carga e com a potência nominal, conforme a tabela:

Tabela 16 – Rede rural

Potência Nominal – kVA		
Trifásico	Monofásico	
	Fase-Fase	MRT
-	10	10
-	15	15
30	25	25
45	-	-
75	-	-

Outras potências poderão ser utilizadas, embora não sejam tecnicamente recomendadas.

Recomenda-se a utilização da tensão secundária de 440/220V a partir da potência de 10kVA.

9.2. Dimensionamento

9.2.1. Rede urbana

9.2.1.1. Projeto de rede nova

Todos os transformadores projetados devem ser novos e a maior potência nominal recomendada é de 112,5 kVA.

O carregamento inicial máximo (em kVA) deve ser igual ao valor da sua potência nominal.

9.2.1.2. Projeto de reforma ou extensão de rede

Todos os transformadores projetados devem ser trifásicos e a maior potência nominal recomendada de 75 kVA.

O carregamento inicial máximo (em kVA) dos transformadores novos projetados deve ser igual ao valor da sua potência nominal.

Sumário

9.2.2. Rede rural

O carregamento inicial máximo (em kVA) dos transformadores projetados deve ser igual ao valor da sua potência nominal.

Recomenda-se utilização de transformadores bifásicos ou trifásicos em redes primárias trifásicas.

9.3. Locação

A locação de transformadores na rede de distribuição deve atender os seguintes requisitos básicos:

- locar no centro de carga ou próximo às cargas concentradas, principalmente as que ocasionam flutuação de tensão;

- locar para atender diretamente do transformador, o consumidor nas seguintes situações de carga:
  - motor de indução trifásico com rotor em curto-circuito e potência igual ou superior a 30cv;
  - máquina de solda tipo motor gerador com potência igual ou superior a 30cv;
  - máquina de solda a transformador, trifásica com ligação invertida, com potência igual ou superior a 15kVA;
  - máquina de solda a transformador, trifásica com retificação em ponte trifásica, com potência igual ou superior a 30kVA;
  - moto-bombas para atendimento de poços artesianos com potência superior a 3CV;

- nas esquinas, não locar a menos de 10 metros do alinhamento da testada dos terrenos,

- não locar em deflexões da rede superiores a 5 graus;

- nos transformadores existentes em deflexões superiores a 5 graus, deverão ser readequados na realização de reformas;

- evitar locar em estruturas de ancoragem do tipo N4, B4,U4, UP4;

- não locar no ponto de derivações de ramais primários;

- nas redes rurais, recomenda-se que o transformador seja instalado em distância igual ou superior a 30 metros das edificações.

9.4. Instalação

A instalação do transformador deve ser de acordo com a *OTD 035.02.04 Padrão de Estruturas – Rede convencional – Transformador* e a *OTD 035.03.04 Padrão de Estruturas – Rede compacta – Transformador.*

10. Condutor

10.1. Rede urbana

10.1.1. Rede Primária

10.1.1.1. Rede convencional

Em redes de distribuição primária, devem ser utilizados Cabos de Alumínio com Alma de Aço CAA.

Sumário

Tabela 17 – Bitola de cabos CAA para rede primária convencional

4 AWG
2 AWG
1/0 AWG
2/0 AWG
3/0 AWG
4/0 AWG
336,4 MCM

Fica a critério da Engenharia a utilização de Cabo de Alumínio (CA) em regiões urbanas e ou urbanizadas**.**

10.1.1.2. Rede compacta

Em redes compactas, deve ser utilizado o condutor de alumínio coberto com cobertura em XLPE nas seguintes seções:

Tabela 18 – Seção de condutores de alumínio coberto

35 mm^2
50 mm^2
70 mm^2
95 mm^2
120 mm^2
150 mm^2
185 mm^2

10.1.2. Rede secundária

10.1.2.1 Rede convencional

Em redes de distribuição secundária, devem ser utilizados os Cabos de Alumínio com Alma de AÇO – CAA, nas bitolas e combinações abaixo.

Tabela 19 – Bitola de cabos CAA secundária convencional

Fase	Neutro
2 AWG	2 AWG
1/0 AWG	1/0 AWG
2/0 AWG	2/0 AWG

Em extensões de rede, os condutores em alinhamento devem ter, no mínimo, a mesma bitola da rede existente.

Em circuitos secundários, cujos condutores estiverem no mesmo alinhamento, deve ser empregada a maior bitola obtida, seja pelo cálculo elétrico dos circuitos adjacentes, seja pela bitola do circuito adjacente já existente.

Em caso de circuito adjacente que não seja objeto de modificação no projeto, os condutores permanecem, independentemente de sua bitola.

Ficará a critério da Engenharia a utilização de Cabo de Alumínio (CA) em regiões urbanas e ou urbanizadas.

Sumário

10.1.2.2. Rede multiplexada

Nas redes isoladas, deve ser utilizado cabo multiplexado com condutores de alumínio e neutro nu.

As seções nominais dos condutores devem ser:

Tabela 20 – Seções de condutores para rede isolada

35 mm^2
50 mm^2
70 mm^2
120 mm^2

10.2. Rede rural

10.2.1. Rede primária

Em rede primária de distribuição rural, devem ser utilizados os Cabos de Alumínio com Alma de Aço – CAA nas bitolas abaixo:

Tabela 21 – Bitola de cabos CAA para rede primária rural

4 AWG
2 AWG
1/0 AWG
2/0 AWG
4/0 AWG
336, 4 MCM

10.2.2. Rede secundária

Em rede de distribuição secundária, devem ser utilizados os Cabos de Alumínio com Alma de Aço – CAA nas bitolas abaixo:

Tabela 22 – Bitola de cabos CAA secundária rural

	Fase	Neutro
Monofásico	2 AWG	2 AWG
	1/0 AWG	1/0 AWG
Trifásico	2 AWG	2 AWG
	1/0 AWG 2/0 AWG	1/0 AWG 2/0 AWG

O emprego de Condutores de Alumínio – CA fica limitado às redes secundárias com vãos de até 40 metros, situadas em aglomerados populacionais, a critério da Cooperativa.

Em situações especiais poderão ser utilizados cabos multiplexados, conforme *item 10.1.2.2.*.

10.3. Ramal de ligação \ rede secundária

Os ramais de ligação devem ser do tipo multiplexado com Condutor de Alumínio – CA conforme tabela:

Tabela 23 – Ramal de ligação multiplexado

Cabo	Seção – mm²	
	Fase	Neutro
Duplex	1 x 10	10
	1 x 16	16
Triplex	2 x 10	10
	2 x 16	16
Quadriplex	3 x 10	10
	3 x 16	16
	3 x 25	25
	3 x 35	35

NOTA: Nos casos em que a rede de distribuição situa-se no lado oposto da via pública, os critérios para atendimento de unidades consumidoras para fornecimentos do tipo C7, C8, C9, C10, C11, C12, C19 e C20, deve ser previsto extensão da rede de distribuição aérea.

Na bitola de 35mm² e superiores deve ser utilizada entrada subterrânea, conforme o RIC de Baixa Tensão. A utilização do ramal multiplex aéreo 35mm² deve ter aprovação previa da Cooperativa.

10.4. Condutor de ligação transformador \ rede secundária

O condutor de ligação do transformador com a rede secundária deve ser de cobre com isolação XLPE para 0,6 / 1,0 kV, dimensionado conforme a Tabela 24.

Tabela 24 – Seção de cabos isolados para a ligação de transformadores

Transformador	Cabo
≤ 75 kVA	35 mm².
112,5 kVA	2 x 35 mm².

11. Cálculo elétrico

11.1. Critérios do dimensionamento

11.1.1. Rede urbana

11.1.1.1. Rede primária

Em cálculo de rede primária, o carregamento do condutor não pode ser superior a 70 % do limite térmico a 40°C.

Tabela 25 — Corrente admissível – CAA

Bitola – AWG		$I_{máx}$ – A
Condutor Nu	4	125
	2	160
	1/0	220
	2/0	250
	3/0	290

Sumário

Bitola – AWG		$I_{máx}$ – A
	4/0	330
	336,4 MCM (linnet)	426

Tabela 26 — Corrente admissível – CA

Bitola – AWG		$I_{máx}$ – A
Condutor Nu	2	152
	1/0	203
	2/0	235
	3/0	271
	4,0	314
	336,4 MCM (tulip)	419
Condutor Coberto	**Classe de Tensão – 15kV**	
	Secção Nominal (mm²)	**$I_{máx}$ – A**
	35	187
	50	225
	70	282
	95	345
	120	401
	150	456
	185	525
	Classe de Tensão – 25kV	
	35	186
	50	224
	70	280
	95	342
	120	397
	150	450
	185	519

A queda de tensão máxima da rede primária não pode ser superior a 7%, entendendo-se como tal, a queda compreendida entre o barramento da subestação e/ou o ponto de conexão com a distribuidora e o ponto mais desfavorável, onde se situa o último transformador de distribuição ou o último consumidor primário.

11.1.1.2. Rede secundária

O limite térmico dos condutores a 50^0C não deve ultrapassar 70% de sua capacidade nominal.

Sumário

Tabela 27 — Corrente admissível – (CA / CAL)

	Secção Nominal (mm²)	$I_{máx}$ – A
Condutores Multiplexados	**Duplex**	
	10	65
	16	86
	Triplex	
	10	55
	16	73
	25	97
	35	119
	Quadruplex	
	10	44
	16	59
	25	80
	35	100
	50	122
	70	157
	120(70)	229

O cálculo elétrico da rede secundária deve ser executado separadamente para as demandas diurna e noturna, prevalecendo aquela que determinar a maior queda de tensão.

Recomenda-se limitar as extensões de baixa tensão em (300) metros a partir da unidade transformadora.

A queda de tensão máxima não pode ultrapassar os valores:

Tabela 28 – Percentuais máximos de queda de tensão

Característica do Projeto	ΔV %
Rede Nova	3,1
Reforma de Rede	4,3
Extensão de Rede	4,3

Nos projetos utilizar o fator de potência:

Tabela 29 – Fator de potência para projetos

Característica do Projeto	f. p.
Rede Nova	1,0
Reforma e Extensão de Rede	0,8

Sumário

11.1.1.3. Cargas

Para o cálculo de queda de tensão percentual de flutuação admissível na rede secundária, quando ligada uma carga especial, utilizar a fórmula:

$$\boldsymbol{V}\% = \frac{\mathbf{15}}{(\mathbf{3} + \boldsymbol{f}^{\frac{1}{2}})}$$

onde:

V% = flutuação máxima admissível (≤ 3,0 %)

f = número de oscilações causadas pela carga num intervalo de 1 minuto, igual ao número de soldas/minuto para máquinas de solda ou pulsações/minuto para aparelhos de Raios-X.

O cálculo elétrico deve ser efetuado separadamente do cálculo de queda de tensão de operação de rede, considerando apenas as cargas especiais ligadas no circuito secundário em estudo.

Os limites de queda de tensão da rede secundária, estabelecidos no item anterior, devem ser respeitados quando da ligação de cargas especiais.

11.1.2. Rede rural

11.1.2.1 Rede primária

O fator de potência adotado deve ser 0,8 no cálculo da rede primária.

A queda de tensão máxima dos pontos da rede primária não deve ultrapassar 7%, incluída, neste valor, a queda de tensão existente no ponto de alimentação.

No caso de haver previsão de ampliação da rede projetada, a carga prevista deve ser incluída no cálculo elétrico.

O cálculo elétrico da rede primária deve ser feito a partir das demandas máximas calculadas para os transformadores, aplicando-se o fator de diversidade conforme a tabela a seguir, não podendo a soma total das cargas assim demandadas ser inferior ao somatório das demandas das cargas permanentes instaladas na rede:

Tabela 30 – Rede rural – Coeficiente de diversidade para transformadores

Nº de Transformadores	Fator de Diversidade	Nº de Transformadores	Fator de Diversidade
1	1,00	15	1,61
2	1,08	16 a 19	1,67
3	1,14	20 a 24	1,69
4	1,19	25 a 29	1,75
5	1,25	30 a 34	1,82
6	1,30	35 a 39	1,85
7	1,33	40 a 44	1,89
8	1,37	45 a 49	1,92
9	1,40	50 a 54	1,96
10	1,45	55 a 74	2,00
11	1,47	75 a 99	2,08
12	1,52	100 a 149	2,13
13	1,54	150 a 199	2,17
14	1,56	mais de 200	2,22

11.1.2.2 Rede secundária

O cálculo elétrico da rede secundária deve ser feito para o período diurno e noturno, prevalecendo aquele que apontar maior queda de tensão percentual.

Sumário

Para o cálculo elétrico da rede secundária, deve ser adotado como fator de potência o valor de 0,8 para as situações em que houver consumidor não residencial no circuito, e o valor 1 para as situações em que houver apenas consumidores residenciais no circuito.

A queda de tensão máxima percentual em qualquer ponto da rede secundária não deve ultrapassar 4,3%.

Recomenda-se limitar as extensões de baixa tensão em (300) metros a partir da unidade transformadora.

A demanda dos consumidores deve ser obtida conforme *item 6*.

11.2 Cálculo de queda de tensão

Em todos os circuitos deverá ser executado o cálculo elétrico de queda de tensão secundária e primária com o preenchimento da planilha, conforme o *Anexo 2 – Planilha de cálculo de queda de tensão MT e BT,* e tomando por base o diagrama unifilar. No diagrama unifilar, desenhado na planilha de cálculo de queda de tensão, devem ser identificadas as demandas dos consumidores, bem como, comprimentos e designação de trechos de rede; os valores de demanda diurna dos consumidores classe D deverão ser distinguidos pela colocação da letra D à esquerda dos mesmos.

Os coeficientes de queda de tensão constam no *Anexo 2 – Planilha de cálculo de queda de tensão MT e BT.*

12. Poste

12.1. Tipo de poste

12.1.1. Rede urbana

Em redes de distribuição urbana, devem ser utilizados postes de concreto armado de seção circular ou Duplo T tipo B.

Em estruturas com transformadores trifásicos, devem ser utilizados postes de concreto armado com carga nominal mínima 400 daN.

O dimensionamento mínimo de postes para rede compacta deve ser de 300 daN para circuito simples e de 400 daN para mais de um circuito.

Em casos especiais, podem ser utilizados postes com novas tecnologias de fabricação e com cargas nominais diferentes das acima especificadas desde que tecnicamente aprovadas e justificadas.

12.1.2. Rede rural

Em estruturas com transformador deve ser utilizado poste de concreto de acordo com a Tabela 31.

Tabela 31 – Carga nominal mínima para postes com transformador (rede rural)

Transformador	Carga nominal mínima	
	Poste de seção duplo T	Poste de secção circular
Monofásico	300 daN	200 daN
Trifásico	400 daN	400 daN

12.2. Comprimento do poste

A escolha do comprimento mínimo dos poste, em metros, deve obedecer aos critérios:

Tabela 32 – Comprimento do poste de acordo com o tipo de rede e de estrutura

	Comprimento (m)	Estrutura instalada
Rede Urbana	9	Secundário
	11	secundário + primário
	12	secundária + Primário + equipamento ou derivação
Rede Rural	9	Secundário
	11	Sistema trifásico: secundário + primário
		Sistema MRT: secundário + primário + equipamento ou derivação
	12	Secundário + primário + equipamento ou derivação

Em casos especiais de cruzamentos ou travessias, para assegurar o afastamento mínimo ou ainda para evitar deflexões verticais, podem ser projetados postes com comprimentos superiores aos estabelecidos.

Em redes secundárias, quando houver previsão de futura instalação de rede primária, projetar postes com comprimento mínimo de 11 metros.

Deverá ser prevista a instalação de uso mútuo de postes, na utilização em conjunto de telefone, TV a cabo, fibra óptica e cabo de iluminação pública.

Em cruzamentos de redes compactas utilizar postes da mesma altura, conforme as Figuras 9 e 10.

12.3. Carga nominal do poste

A tabela apresenta a tração admissível a 0,10 m do topo do poste (resistência nominal) calculada para um engastamento perfeito.

Tabela 33 – Carga nominal do poste

Comprimento – m	Carga Nominal daN			
	Concreto			Madeira
	Seção circular	Seção duplo T		
		Face A (Côncava)	Face B (Lisa)	
9	150	-	-	-
	200	-	-	-
	-	-	-	295
	300	150	300	-
	400	200	400	-
	600	300	600	-
	-	500	1000	-
10	150	-	-	-
	300	150	300	-
	-	-	-	255

Sumário

Comprimento – m	Carga Nominal daN			
	Concreto			Madeira
	Seção circular	Seção duplo T Face A (Côncava)	Seção duplo T Face B (Lisa)	
	600	300	600	-
	1000	500	1000	-
11	200	-	-	-
	300	150	300	300
	400	200	400	-
	600	300	600	-
	1000	500	1000	-
	1500	-	-	-
12	-	-	-	265
	300	150	300	-
	400	200	400	-
	600	300	600	-
	1000	500	1000	-
	2000	1000	2000	-
	3000	1500	3000	-
13	-	-	-	230
	300	150	300	-
	600	300	600	-
	1000	-	-	-
	2000	-	-	-

13. Cruzeta

As cruzetas projetadas devem ser de concreto, madeira, metálica e/ou polimérica com comprimento de 2,00m, 2,10m e 2,40m sendo facultado outros comprimentos desde que as condições da rede assim o exijam.

14. Cálculo mecânico

14.1. Tração de projeto

14.1.1. Condutor de alumínio – CA

Tabela 34 – Tração de projeto – CA

Condutor – AWG/MCM	Tração – daN (Vão regulador: 40m)
2	178
1/0	266
2/0	340

Sumário

Condutor – AWG/MCM	Tração – daN (Vão regulador: 40m)
4/0	512
336,4	802

Nota:

Para a Tabela 34 foram considerados vão médios de 40m.

14.1.2. Condutor de alumínio coberto – Rede compacta

Tabela 35 – Tração de projeto – Condutor coberto

Condutor	Tração – daN	
	Vão regulador	
	35m	50m
3#35mm² (9,53) 15kV	285	285
3#50mm² (9,53) 15kV	287	300
3#95mm² (9,53) 15kV	329	329
3#120mm² (9,53) 15kV	353	352
3#150mm² (9,53) 15kV	381	379
3#185mm² (9,53) 15kV	414	412
3#35mm² (9,53) 25kV	284	283
3#50mm² (9,53) 25kV	299	300
3#95mm² (9,53) 25kV	329	329
3#120mm² (9,53) 25kV	353	361
3#150mm² (9,53) 25kV	379	379
3#185mm² (9,53) 25kV	414	412
Cabo Mensageiro: 9,5mm²		

14.1.3. Condutor de alumínio multiplexado – Rede isolada

Tabela 36 – Tração de projeto – Condutor multiplexado

Condutor	Tração – daN			
	Vão regulador			
	35m	40m	50m	60m
1#35(35CAL)CA-XLPE	117	101	142	151
1#50(50CAL)CA-XLPE	159	137	192	204
2#35(35CAL)CA-XLPE	131	145	175	180
2#50(50CAL)CA-XLPE	179	198	238	244
3#35(35CAL)CA-XLPE	154	166	171	162
3#50(50CAL)CA-XLPE	211	226	232	219
3#70(70CAL)CA-XLPE	315	333	301	287
3#95(70CAL)CA-XLPE	307	294	280	274
3#120(70CAL)CA-XLPE	294	285	275	270

Sumário

14.1.4. Condutor de alumínio com alma de aço – CAA

Tabela 37 – Tração de projeto – CAA

Condutor	Tração – daN				
	Vão regulador				
	40m	60m	80m	100m	120m
4 CAA	207	207	209	312	330
2 CAA	317	317	316	315	470
1/0 CAA	492	488	484	479	474
2/0 CAA	588	588	580	575	569
4/0 CAA	945	933	918	902	885
336,4 CAA (LINNET)	1570	1552	1530	1504	1477
336,4 CAA (MERLIN)	1058	1029	995	960	927
336,4 CAA (ORIOLE)	1838	1824	1942	1784	1761

Utilizar o vão regulador do cantão imediatamente superior, calculado pela fórmula:
onde:

$$V_r = \sqrt{\left(\sum a^3 / \sum a\right)}$$

Vr= Vão regulador do cantão
$\sum a^3$= Somatório do comprimento dos vãos do cantão elevados ao cubo
$\sum a$= Somatório do comprimento dos vãos do cantão

14.1.5. Outros ocupantes

Tabela 38 – Trações de projeto – Cabos de telefonia

N° Pares	Tração – daN
10	385
20	385
30	385
50	379
75	379
100	397
150	397
200	417
300	460
400	482
600	546

A tração de projeto de outros ocupantes (TV a cabo, outras empresas de comunicação, cabos de controle, etc.) deve ser adotada de acordo com a(s) tabela(s) de montagem do respectivo ocupante.

14.2. Flecha máxima

14.2.1. Condutor de alumínio – CA

As flechas e trações de montagem são apresentadas no *Anexo 3 – Trações e flechas de montagem CA.*

Sumário

14.2.2. Condutor de alumínio com alma de aço – CAA

As flechas e trações de montagem são apresentadas no *Anexo 4 – Tabelas de Flecha de Montagem CAA.*

14.2.3. Outros ocupantes

Tabela 39 – Flecha máxima – Cabos de telefonia

N° Pares	Tração – daN
10	0,20
20	0,20
30	0,20
50	0,30
75	0,30
100	0,35
150	0,35
200	0,40
300	0,50
400	0,55
600	0,70

A flecha máxima de outros ocupantes (TV a cabo, outras empresas de comunicação, etc.) deve ser adotada de acordo com a(s) tabela(s) de montagem do respectivo Ocupante.

Nota:

Não será permitida a utilização de cabos de controle em postes da Cooperativa.

14.3. Tração admissível

14.3.1. Engastamento

14.3.1.1. Engastamento simples

O engastamento simples do poste no terreno deve ser conforme o *Padrão de Estruturas – Engastamento.*

Para qualquer tipo de poste a profundidade do engastamento deve ser:

$$e = (L/10) + 0{,}60 \text{ m}$$

onde:

e = engastamento mínimo ($\geq$ 1,5 m)
L = comprimento do poste

O valor da tração admissível no topo do poste é função das características do poste e do solo. A Tabela 40 apresenta a tração admissível no topo do poste para engastamento simples de acordo com as seguintes considerações:

- aplicação da força a 0,20 m do topo do poste
- valor médio de todos os postes utilizados pelas Cooperativas

Tabela 40 – Engaste simples

Comprimento – m	Carga Nominal	Tração Admissível daN		
		Seção Circular	Duplo T	Madeira
9	200	200	-	
	300	220	180	175
	400	220	180	
	600	235	180	
10	300	250	200	190
	400	250	200	
	600	260	200	
11	200	260	150	220
	300	280	240	
	400	280	240	
	600	300	240	
12	300	320	280	235
	400	320	280	
	600	340	280	
13	300	370	320	270
	400	370	320	
	600	390	320	

14.3.1.2. Engastamento profundo

O engastamento profundo pode ser utilizado como reforço no engastamento do poste de concreto de seção circular e Duplo T, substituído por outro de comprimento imediatamente superior.

As tabelas apresentam a tração admissível no topo do poste para engaste profundo de acordo com as seguintes considerações:

- aplicação da força a 0,10 m do topo do poste
- valor médio de todos os postes utilizados pelas Cooperativas

Tabela 41 – Engaste profundo

Comprimento – m	Carga Nominal	Engastamento – metros		
		Tração Admissível daN	Seção Circular	Duplo T
10	400	520	1,92	2,05
	600	780	2,18	2,37
	1.000	1300	2,53	2,76
11	400	520	1,95	2,06
	600	780	2,21	2,39
	1000	1300	2,56	2,78
12	400	520	1,97	2,08
	600	780	2,23	2,40
	1.000	1300	2,59	2,80

Sumário

Comprimento – m	Carga Nominal	Engastamento – metros		
		Tração Admissível daN	Seção Circular	Duplo T
13	400	520	1,98	2,09
	600	780	2,25	2,41
	1000	1300	2,62	-

14.3.1.3. Escora de subsolo

A escora de subsolo é utilizada como reforço no engastamento do poste, aumentando a resistência deste engastamento no terreno, conforme Figura 5 da *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

Nos cálculos para determinação da tração admissível considerou-se a escora com as dimensões de 0,10 x 0,20 x 1,00 m.

Tabela 42A – Escora de subsolo simples

Comprimento – m	Carga Nominal	Tração Admissível		
		Seção Circular	Duplo T	Madeira
9	200	280	210	280
	300	295	260	
	400	295	260	
	600	305	260	
10	300	310	280	290
	400	310	280	
	600	325	280	
11	200	325	230	315
	300	345	310	
	400	345	310	
	600	360	380	
12	300	380	340	330
	400	380	340	
	600	400	340	
13	300	425	380	360
	400	425	380	
	600	440	380	

Tabela 42B – Escora de subsolo dupla

Comprimento – m	Carga Nominal	Tração Admissível		
		Seção Circular	Duplo T	Madeira
9	200	300	235	300
	300	315	285	
	400	315	285	
	600	325	285	

Sumário

Comprimento – m	Carga Nominal	Tração Admissível		
		Seção Circular	Duplo T	Madeira
10	300	330	300	310
	400	330	300	
	600	340	300	
11	200	345	255	330
	300	360	325	
	400	360	325	
	600	375	325	
12	300	400	360	350
	400	400	360	
	600	410	360	
13	300	440	400	320
	400	440	400	
	600	450	400	

A placa de concreto deverá ser bem ajustada ao poste, pois, ao contrário, ficará completamente sem efeito.

Para outros valores de comprimento de poste ou outras dimensões do elemento da escora de subsolo, o cálculo pode ser executado com a utilização do *Anexo 9 – Planilha de cálculo mecânico*, conforme o item *14.6.*

14.3.1.4. Concretagem da base do poste

O engastamento do poste de concreto tipo duplo T e tronco cônico podem ser reforçados com a concretagem da sua base, considerando o traço do concreto 1:4:3 (cimento + areia + brita) conforme o *item 7* da *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

A Tabela 43 apresenta os postes cujas bases podem ser concretadas para uma tração admissível igual a sua carga nominal.

Tabela 43 – Base concretada

Poste (carga nominal – daN)	Tração Admissível – daN
400	400
600	600
1.000	1.000
1.500	1.500

Quando da utilização de base concretada revestir a parte do poste a ser engastada com lona plástica.

Ao utilizar estrutura com esforço mecânico igual ou superior a 1500 daN recomenda-se que o engastamento seja do tipo F1 conforme o padrão de estruturas.

Para postes com outras características, ou ainda para outras dimensões de concretagem da base, o cálculo pode ser feito através do *Anexo 9 – Planilha de cálculo mecânico*, conforme o item *14.6.*

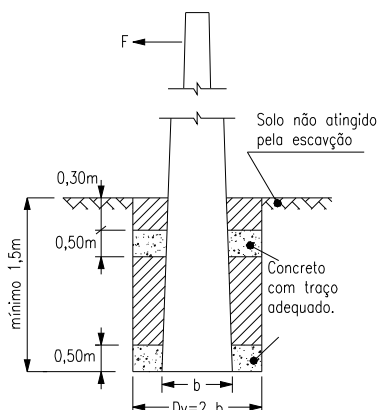



Figura 14 – Engaste de Poste

14.3.2. Estaiamento

14.3.2.1. Estai de âncora

O estai de âncora deve ser montado conforme o *item 9.1.* da *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

Para estais montados conforme padrão, a tabela apresenta os valores da tração máxima no topo do poste:

Tabela 44 – Estai de âncora

Tipo	Cordoalha mm	Tração – daN
ea1	6,35	1015
ea2	7,94	1710
ea3	9,53	2310
ea2+ea2	7,94	2900
ea3+ea3	9,53	3940

Outros ângulos de montagem podem ser admitidos e calculados conforme item *14.6.*

As deflexões de redes rurais, para valores de resultante dos esforços no topo do poste superiores a 2.310 daN, devem ser projetadas com 2 (dois) estais independentes, colocados na direção do alinhamento respectivo.

A combinação de estais **"ea 3** + **ea 3"** deve ser utilizada no contra-poste de ancoragem de fim de rede com condutores de bitola 4/0 AWG ou superior, com dois estais de âncora instalados a 15^{o} (quinze graus), respectivamente, na direção da rede.

Em estruturas sujeitas aos esforços de arranchamento ou enforcamento, devem ser utilizados dois estais colocados em ambos os lados do poste e perpendiculares ao eixo dos condutores, no caso de estrutura tangente, e colocados no alinhamento dos condutores em estruturas de deflexão.

14.3.2.2. Estai de cruzeta a poste

O estai de cruzeta absorve todos os esforços dos condutores sobre o poste, transferindo-os para outro poste, conforme os *itens 9.2. e 9.3.* da *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

O estai de cruzeta a poste é utilizado nas seguintes situações:

- nas estruturas de fim de rede M2, B2, M3 e B3 para qualquer tipo e bitola de condutor;
- na estrutura N3 com Condutor de Alumínio – CA ou Condutor de Alumínio com Alma de Aço – CAA.

Em estruturas de fim de rede MT com passagem da rede secundária, a tração resultante pode ser transferida para o poste seguinte através do estai de cruzeta a poste. Quando houver seguimento da rede de baixa tensão, utilizar afastador de BT no poste do estai.

Tabela 45 – Estai de cruzeta a poste

Tipo	Cordoalha	Tração – daN
Ecpy1	6,35	1412
Ecpy2	7,94	2377
Ecpy3	9,53	3217
Ecpv1	6,35	2860
Ecpv2	7,94	4820
Ecpv3	9,53	6320

14.3.2.3. Estai de poste a poste

Na impossibilidade de instalar estai no poste onde os esforços estão aplicados, a tração resultante pode ser transferida de um poste para outro através do estai de poste a poste.

Tabela 46 – Estai poste a poste

Tipo	Cordoalha – mm	Tração – daN
epp1	6,35	1412
epp2	7,94	2377
epp3	9,53	3217

14.4. Flexão de postes em função da carga aplicada

Na utilização de poste sem estaiamento, deve-se levar em consideração a flexão resultante desejada a partir do percentual da tração aplicada em relação a nominal, considerando a distribuição dos esforços de forma concentrada ou distribuída.

14.5. Tração mecânica reduzida

O valor da tração mecânica reduzida é calculado pela fórmula:

$$Tmr = (f_m/f_r) \cdot T_b$$

onde:

Tmr = tração mecânica reduzida

T_b = tração de projeto tabelada

f_m = flecha de montagem tabelada

f_r = flecha de redução a ser montada.

No cálculo da nova fecha de montagem, devem ser respeitados os limites conforme o *item 8.1.*.

No poste a partir do qual é montada a tração mecânica reduzida, a fixação dos condutores deve ser de ancoragem, tanto para a rede primária como secundária.

14.6. Planilha de cálculo mecânico

Os cálculos mecânicos devem ser executados através do *Anexo 9 – Planilha de cálculo mecânico.*

15. Estruturas

15.1. Rede primária

15.1.1 Rede urbana

15.1.1.1. Rede convencional

15.1.1.1.1.Tipo de estrutura

Estruturas de Alinhamento	Meio – Beco	Beco	Normal
Tangente e deflexão	M1	B1	N1
Deflexão e fim de rede	M2	B2	N2
Fim de rede	M3	B3	N3
Deflexão e seccionamento	M4	B4	
Mudança de condutor			N4

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura.

As estruturas de alinhamento utilizadas na rede de distribuição primária são apresentadas na *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

Estruturas de Derivação	Meio – Beco	Beco	Normal
Tangente e deflexão	M1 – N3	B1 – N3	
Deflexão e fim de rede	M2 – N3	B2 – N3	
Fim de rede	M3 – N3	B3 – N3	N3 – N3
Deflexão e seccionamento	M4 – N3	B4 – N3	
Mudança de condutor no alinhamento			N4 – N3

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura .

As estruturas utilizadas para a derivação de rede primária são apresentadas na *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

Estruturas de Proteção e Manobra	Meio – Beco	Beco	Normal
Chave fusível	M4	B4	N4
Seccionador Unipolar	M4	B4	N4

As estruturas de proteção e manobra (com chave fusível ou seccionador unipolar) são aquelas apresentadas na *OTD 035.02.02 Rede convencional – chave fusível* e na *OTD 035.02.03 Rede convencional – seccionador unipolar*.

Estruturas de Transformador	Meio – Beco	Beco	Normal
Tangente	M1	B1	N1
Fim de rede	M2	B2	N2
	M3	B3	N3

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura.

As estruturas utilizadas para a instalação do transformador são apresentadas na *OTD 035.02.04 Rede convencional – transformadores* e na *OTD 035.03.04 Rede compacta – transformador*.

Sumário

A escolha de outro tipo de estrutura fica condicionada à prévia aprovação da Cooperativa.

15.1.1.1.2. Escolha da estrutura

15.1.1.1.2.1. Afastamento de edificações

A escolha do tipo básico de estrutura da rede primária em função da largura do passeio público (calçada) e do afastamento dos condutores em relação às edificações deve ser conforme as Figuras 4 e 5.

15.1.1.1.2.2. Deflexão horizontal

A escolha do tipo de estrutura em função do comprimento do vão e do ângulo de deflexão da rede deve ser de acordo com o *Anexo 10 – Escolha de estrutura primária convencional – Urbana 13,8 kV* ou *Anexo 11 – Escolha de estrutura primária convencional – Urbana 23,1 kV.*

15.1.1.1.2.3. Fim de rede

A escolha da estrutura de fim de rede deve ser de acordo com a tabela:

Tabela 47 - Estrutura primária - Fim de rede

N3
M3
B3

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura

15.1.1.1.2.4. Seccionamento

Deve ser utilizada a estrutura M4, B4 ou N4, nas seguintes situações:

- a cada 0,4 km, facilitando a montagem dos condutores e garantindo a estabilidade da rede;
- entre vãos adjacentes quando a diferença entre os comprimentos for superior a 1/3 do maior vão;
- em deflexão vertical ascendente quando ultrapassado o limite dos ângulos:

Tipo	Deflexão
Amarrações simples (N1)	15^o
Amarração dupla (N2)	5^o

- em deflexão vertical descendente quando ultrapassado o limite dos ângulos:

Tensão	Deflexão
13,8 KV	40^o
23,1 KV	20^o

- em travessias de obstáculos que demandem medidas especiais de segurança, deve ser utilizada a estrutura N4.

15.1.1.1.2.5. Reforma de rede

Em projetos de Reforma de Rede, as estruturas existentes podem ser reaproveitadas.
As novas estruturas devem ser projetadas conforme acima estabelecido.

15.1.1.2. Rede compacta

A representação da nomenclatura das estruturas básicas para redes compactas deve indicar a sigla CE (compacta em espaçadores) seguida do:

- número 1, quando a estrutura for composta por braço tipo L;
- número 2, quando a estrutura for composta por braço tipo C ou suporte vertical e isoladores poliméricos tipo pino;
- número 3, quando a estrutura for composta por uma ancoragem (fim de rede);
- número 4, quando a estrutura for composta por ancoragem dupla (deflexões e mudança de bitola de condutores).

Figura 48 – Estruturas para redes compactas

Tipo de estrutura	Características da estrutura
CE1	Composta por braço tipo L
CE2	Composta por braço tipo C ou suporte vertical e isoladores poliméricos tipo pino
CE3	Composta por uma ancoragem
CE4	Composta por ancoragem dupla

15.1.1.2.1. Requisitos gerais

As redes compactas não podem ser utilizadas em regiões com níveis de poluição pesado ou muito pesado, definidos na ABNT IEC/TR 60815.

As cruzetas utilizadas devem ser aquelas especificadas nas ABNT NBR 8453, ABNT NBR 8454, ABNT NBR 8458 e ABNT NBR 8459.

A rede secundária deve ser projetada utilizando-se condutores multiplexados.

Em redes compactas deverá ser utilizado o isolador composto tipo bastão e isolador polimérico tipo pino.

As distâncias dos condutores ao solo referem-se às alturas mínimas nas condições de flecha máxima, conforme Figura 1.

O cabo mensageiro deve ser aterrado nas estruturas de final de rede, ao longo da rede a cada 300 m no máximo e em estruturas com equipamentos. Em áreas rurais, o aterramento do cabo mensageiro e o aterramento de neutro devem ser independentes, conforme indicado na ABNT NBR 15688.

Não utilizar estais de âncora em redes urbanas.

Os circuitos múltiplos podem ser instalados em níveis ou em ambos os lados do poste, obedecendo-se aos afastamentos mínimos previstos na Figura 7.

A estrutura CE1A pode ser utilizada alternadamente, em tangente, com estruturas CE1. É recomendável utilizá-la no máximo a cada 200 m de rede, aproximadamente, com vãos em tangência, de modo a evitar que vibrações dos condutores venham a contribuir para a fadiga dos pontos de conexão.

Utilizar estruturas CE1A em cruzamentos aéreos.

Os pára-raios devem ser instalados em todas as estruturas de transformadores, entradas primárias, finais de linha e de transição, ou ainda a cada 500m se não houver nenhuma das estruturas citadas.

Projetar estrutura CE4 a cada 500 m de rede, no máximo, visando assegurar maior confiabilidade ao projeto mecânico da rede, além de facilitar a construção e eventual substituição de condutores.

A estrutura CE1A pode ser montada com ângulos até 15º, desde que seja utilizada na montagem a cordoalha auxiliar conforme Figura 15.

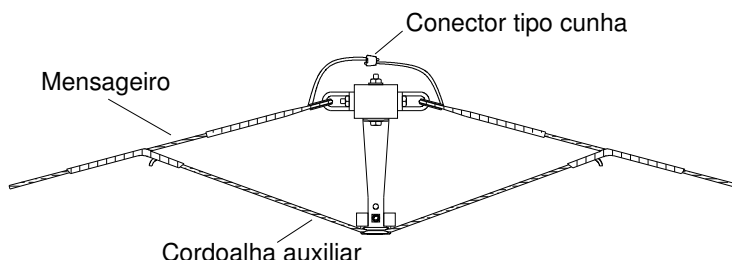



Figura 15 – Montagem com cordoalha auxiliar

15.1.1.2.2. Sequência de fases

Considerando-se a sequencia de fases ABC, a fase B deve ser instalada obrigatoriamente no berço inferior do espaçador losangular ou do espaçador vertical trifásico, de acordo com a Figura 16.

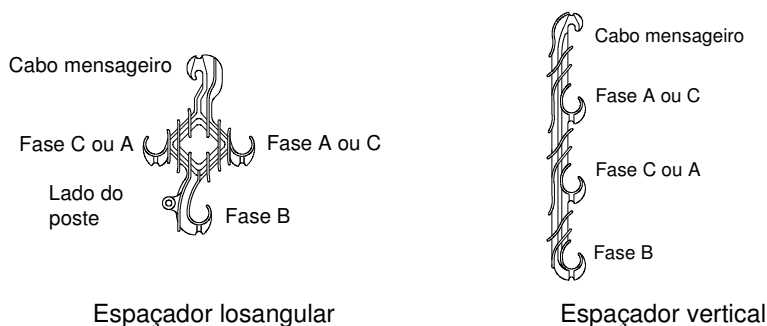



Figura 16 – Sequência de fases em espaçadores.

15.1.1.2.1. Tipo de estrutura

As estruturas de alinhamento são apresentadas na *OTD 035.03.01 Rede compacta – estruturas básicas*.

Estrutura de Alinhamento		
Tangente		CE1 ou CE1A ou CE2 ou CE2H
Deflexão:	até 6º	CE1A ou CE2 ou CE2H
	até 60º	CE2 ou CE2H ou CE4 ou CE4U
	até 90º	CE3–CE3 ou CE3U–CE3U ou CE4 ou CE4U

Sumário

Fim de rede	CE3 ou CE3U
Mudança de condutor	CE4 ou CE4U ou CE3-N3

Nota:
Em estruturas para transformador, deve-se utilizar a estrutura CE2H para a condição tangente e a estrutura CE3U para a condição final de rede.

As estruturas de derivação são apresentadas na *OTD 035.03.01 Rede compacta – estruturas básicas*.

Estrutura de Derivação	
Tangente	CE2-CE3 ou CE2-CE3U CE2H-CE3 ou CE2H-CE3U
Deflexão	CE4-CE3 ou CE4-CE3U CE4U-CE3 ou CE4U-CE3U
Entrada do cliente	CE2H ES ou CE3U ES ou CE3U-N3 RA
Fim de rede	CE3-CE3 OU CE3-N3

15.1.2. Rede rural

15.1.2.1 Tipo de estrutura

As estruturas de alinhamento de rede rural são apresentadas na *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

Estruturas de Alinhamento	Triangular	Normal	Única
Tangente e deflexão	T1	N1	U1
Deflexão.	T2	N2	U2
Fim de Rede		N3	U3
Deflexão, Seccionamento e Mudança de Condutor.		N4	U4

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura.

As estruturas de alinhamento indicadas, na tabela abaixo, são consideradas montagens sem a utilização de cruzetas.

Estruturas de Alinhamento com Isolador Pilar	Pilar	Única
Tangente e deflexão	P1 / TP1	UP1 / UP1T
Deflexão	P2 / TP2 / P3A	UP2
Fim de Rede	P3	UP3
Deflexão, Seccionamento e Mudança de Condutor	P3 - P4	UP4

As estruturas de derivação de rede rural são apresentadas na *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*

Estruturas de Derivação	Triangular	Normal	Única
Tangente e deflexão	T1 – N3		U1 – U3
Deflexão	T2 – N3		U2 – U3
Fim de Rede		N3	U3
Deflexão, Seccionamento e Mudança de Condutor		N4 – N3	U4 – U3

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura.

As estruturas de derivação indicadas na tabela abaixo, são consideradas montagens sem a utilização de cruzetas.

Estruturas de Derivação com Isolador Pilar	Pilar	Única
Tangente e deflexão	P2 – P3	UP2-UP3
Fim de Rede	P3 – P3	UP3-UP3
Deflexão, Seccionamento e Mudança de Condutor	P4 – P3	UP4-UP3

As estruturas utilizadas na instalação do transformador em rede rural são apresentadas na *OTD 035.02.04 Rede convencional – transformadores* e na *OTD 035.03.04 Rede compacta – transformador*.

Estruturas de Transformador	Triangular	Normal	Única
Tangente	T1	N1	U1
Fim de Rede		N3	U3

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura.

A estrutura utilizada para proteção e manobra em rede no sistema trifásico de distribuição é a estrutura N4 apresentada na *OTD 035.02.02 Rede convencional – chave fusível* e na *OTD 035.02.03 Rede convencional – seccionador unipolar*.

Estruturas de Proteção e manobra	Meio – Beco	Normal	Única
Chave Fusível	M4	N4	U4
Seccionador Unipolar	M4	N4	U4

Quando utilizado o isolador tipo pilar, nas estruturas acima, a letra P será acrescida à nomenclatura.

As estruturas especiais para seccionamento e mudança de condutor são apresentadas no Padrão de Estruturas.

Estruturas Especiais	Triangular	Tipo H
Seccionamento e Mudança de Condutor.	TE	HT / HTE

A escolha de outro tipo de estrutura fica condicionada a prévia aprovação pela área de engenharia, desde que tecnicamente justificado.

15.1.2.2. Escolha da estrutura

A escolha da estrutura da rede primária é em função do comprimento do vão e do ângulo de deflexão, conforme *Anexo 12 – Escolha de estrutura primária convencional – com isolador pilar – Rural* ou *Anexo 13 – Escolha de estrutura primária convencional – Rural.*

Sumário

15.1.2.3. Seccionamento de rede

Deve ser utilizada a estrutura de seccionamento nas seguintes situações:

- recomenda-se que o trecho de rede sem estruturas de ancoragem seja no máximo 2500 metros.

- entre vãos adjacentes quando a diferença entre os comprimentos for superior a 1/3 do maior vão;

- em deflexão vertical ascendente quando ultrapassado o limite dos ângulos:

Tipo	Deflexão
Amarração simples (N1)	15º
Amarração dupla (N2)	5º

- em deflexão vertical descendente, quando ultrapassado o limite dos ângulos:

Tensão	Deflexão
13,8KV	40º
23,1KV	20º

- em travessias de obstáculos que demandem medidas especiais de segurança.

15.2. Rede secundária

15.2.1. Rede convencional

15.2.1.1. Estruturas de alinhamento

As estruturas de alinhamento são aquelas apresentadas na *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas*.

As estruturas de alinhamento devem ser escolhidas em função do condutor e do ângulo de deflexão da rede:

Condutor	Tangente	Deflexão	Fim de Rede Frontal
CA	$\alpha < 25^{O}$	$25^{o} \leq \alpha \leq 45^{o}$ α	>2AWG
CAA	$\alpha < 15^{O}$	$15^{o} \leq \alpha \leq 45^{o}$ α	>2AWG
α – ângulo de deflexão da rede			

Nos projetos de extensão de rede, a interligação com o circuito existente deve ser feita através de estrutura secundária de seccionamento, sempre que a extensão de duas ancoragens for maior que 150 metros.

15.2.1.2. Estruturas de derivação

As estruturas de derivação são aquelas apresentadas no *OTD 035.02.01 Rede convencional - estruturas básicas* e na *OTD 035.04.01 Rede multiplexada BT – estruturas básicas*.

15.2.1.3. Estruturas em afastador

Quando for necessária a utilização de afastador, as estruturas devem respeitar os afastamentos mínimos conforme Figuras 4, 5, 6 e 7.

Sumário

15.2.1.4. Estribos

Em todos os postes projetados devem ser previstos estribos para o ramal de ligação, nas quantidades necessárias para a ligação dos consumidores (existentes ou previstos e no máximo 4 ligações por estribo), ou no mínimo:

1 (um)	em cada condutor fase projetado.
2 (dois)	no condutor neutro em poste de passagem.
1 (um)	no condutor neutro em poste de fim de rede.

15.2.2 Rede isolada

As estruturas da Rede Isolada de Baixa Tensão estão apresentadas na *OTD 035.04.01 Rede multiplexada BT – estruturas básicas*.

Estruturas de Alinhamento	
Tangente	SI-1 ou IT
Deflexão	SI-2 ou IA
Fim de Rede	SI-3 ou IF
Seccionamento	SI-4 ou IS

Estruturas de Derivação	
Tangente	ID
Oposta	IDO
Transição (nua p/ isolada)	ITR

16. Aterramento

16.1. Aterramento da rede

16.1.1. Rede secundária urbana

O aterramento da rede secundária deve ser conforme a *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamentos***,** observando o seguinte:

- O condutor neutro de todos os circuitos secundários deve ser interligado e aterrado no ponto de interligamento com os circuitos adjacentes, através de um eletrodo de aterramento;
- Todo o fim de rede secundária deve ser aterrado através de uma haste de aterramento;
- Não deve haver ponto de circuito secundário afastado mais de 100 metros de um aterramento.

16.1.2. Rede secundária rural

O aterramento das redes de distribuição deve ser conforme o *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamentos*, observando o seguinte:

- Todo o fim de rede deve ser aterrado através de uma haste de aterramento;
- Não deve haver ponto de circuito secundário afastado mais de 250 (duzentos e cinqüenta) metros de um aterramento.

Sumário

16.2. Aterramento de transformador

16.2.1. Sistema trifásico ou bifásico

O aterramento do transformador instalado em rede de distribuição no sistema trifásico (3 ou 2 condutores) deve ser de acordo com a *OTD 035.02.04 Rede convencional – transformadores*.

O aterramento do transformador deve ser conforme abaixo:

- Constituído de, no mínimo 5 hastes de aço cobreado interligadas;

Outra configuração de aterramento pode ser projetada, desde que tecnicamente justificada e aprovada pela área de engenharia da Cooperativa. Os critérios a serem seguidos devem atender a *OTD 021-01-01 - Aterramento em Redes de Distribuição.*

- O valor de 10 ohms (área urbana) e 20 ohms (área rural) para a resistência do aterramento é considerado referência, independente do número de hastes;
- O número máximo de hastes interligadas é igual a 12, independente do valor da resistência do aterramento;
- As ligações do terminal do neutro, o dispositivo de aterramento da carcaça do transformador e os terminais de terra dos pára-raios devem ser conectados no mesmo condutor de aterramento;

16.2.2. Sistema MRT - Monofilar com retorno por terra

O aterramento do transformador monofásico instalado no sistema de distribuição MRT - Monofilar com Retorno por Terra - deve ser de acordo com a *OTD 035.02.04 Rede convencional – transformadores*.

O aterramento do transformador deve ser conforme abaixo:

- Constituído de, no mínimo, 5 hastes de aterramento de aço cobreado;
- O número máximo de hastes interligadas é igual a 12, independente do valor da resistência do aterramento;
- O valor da resistência de aterramento recomendado não deve ser superior a 20 ohms (área rural);

Outra configuração de aterramento pode ser projetada desde que tecnicamente justificada e aprovada pela área de engenharia da Cooperativa. Os critérios a serem seguidos devem atender a *OTD 021-01-01 - Aterramento em Redes de Distribuição.*

16.3. Aterramento de cerca

O aterramento de cercas deve ser executado conforme os desenhos da *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamentos*.

As condições para o aterramento de cerca são as seguintes:

- Os aterramentos e seccionamentos devem ser feitos a cada 250 m ao longo de todo o trecho, enquanto houver paralelismo situado até 30 m do eixo da rede de distribuição;
- no meio de cada trecho seccionado deve ser procedido o aterramento de todos os arames com a utilização de uma haste de aterramento;

Sumário

- os portões, porteiras, cancelas e mata-burros podem ser considerados como meio de isolamento entre trechos, desde que haja uma perfeita interrupção dos arames da cerca;

- nos cruzamentos de rede com cerca, esta deve ser seccionada, antes e após o cruzamento, a uma distância igual a 50 m do eixo da rede e aterrados todos os arames, nas duas extremidades isoladas, através de uma haste de aterramento;

16.4. Aterramento de parreirais

Sempre que o lado do parreiral ou outra cultura vegetal que utilize estrutura de sustentação metálica for paralelo ou se situar a uma distância igual ou inferior a 30 metros do eixo da rede, o arame deve ser aterrado através de uma haste de aterramento, conforme os desenhos da *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamentos*.

16.5. Aterramento de para-raios de linha de distribuição

Na instalação de para-raios instalados apenas para proteção da linha de distribuição, cuja finalidade não é a de proteção de equipamentos, podem ser utilizadas apenas três hastes em seu aterramento, conforme a *OTD 021-01-01 - Aterramento em Redes de Distribuição.*

16.6. Aterramentos redes compactas

16.6.1. Aterramento Definitivo:

O mensageiro deve ser aterrado nas seguintes condições.

a) na malha de terra dos equipamentos ao longo da rede;

b) em intervalos máximos de 300 m de outro aterramento ao longo da rede. Em locais onde o neutro da rede de baixa tensão for aterrada, o mensageiro também deverá ser aterrado.

c) em finais de rede.

Nota:

Em regiões de elevado nível ceráunico onde a rede está sujeita a descargas diretas ou tensões induzidas, é recomendável o aterramento do mensageiro em intervalos menores.

Demais critérios para aterramento devem obedecer aos requisitos exigidos nas Normas Brasileiras aplicáveis.

16.6.2. Aterramento temporário

O aterramento temporário deve ser instalado, preferencialmente, nas partes expostas das redes (terminais de equipamentos, conector derivação de linha viva, e outros) de tal forma que o local de trabalho esteja confinado entre dois pontos aterrados.

Nos trechos onde não houver partes expostas, devem ser previstos estribos de espera para os teste de ausência de tensão e instalação do conjunto de aterramento temporário.

Devem ser previstos pontos de aterramento temporário em intervalos máximos de 300 m.

Nos pontos de conexão de novos loteamentos projetar estribos para a conexão de aterramento temporário.

O afastamento mínimo entre estribos consta na Figura 17.

Sumário

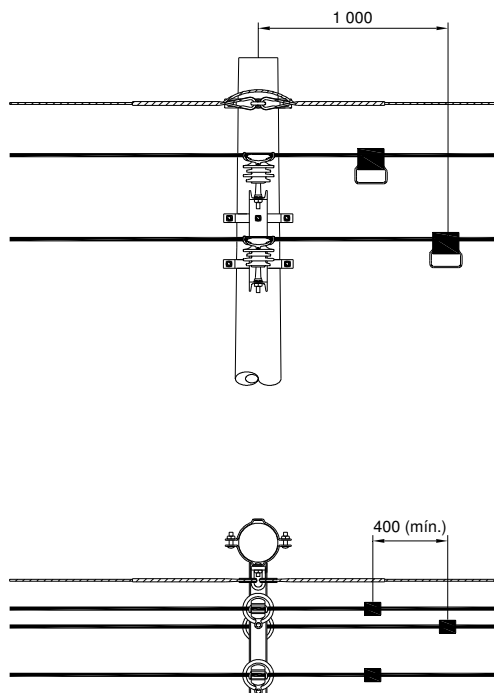



Figura 17 - Afastamentos mínimos entre estribos

17. Proteção e seccionamento

17.1. Proteção contra sobrecorrente

17.1.1. Critérios gerais de instalação

A utilização do equipamento de proteção contra sobrecorrentes (chave fusível) está condicionada a uma análise técnica e econômica de alternativas dos esquemas de proteção, fornecida pela Cooperativa, sempre que necessário.

Não devem ser instaladas mais de 3 chaves fusíveis com elo em série no mesmo alimentador.

17.1.2. Locação

17.1.2.1. Ramais

17.1.2.1.1. Ramal de rede urbana

No ponto de derivação de ramais de alimentador, projetar chaves fusíveis com capacidade de interrupção assimétrica, superior à máxima corrente de curto-circuito assimétrica no ponto de instalação, valores que são fornecidos pela Cooperativa.

17.1.2.1.2. Ramal de rede rural

Em ramais de rede no sistema trifásico projetar chave fusível tipo C de 300A, 10kA.

A especificação dos elos fusíveis projetados é dimensionada pela Cooperativa.

Sumário

17.1.2.1.3. Ramal particular atendido em MT

A entrada de ramais particulares deve ser protegida através de chaves fusíveis desde que a potência dos transformadores seja inferior a 300kVA, com capacidade adequada fornecida pela Cooperativa, de acordo com o RIC de Média Tensão.

17.1.2.2. Transformador

17.1.2.2.1. Transformador na rede urbana

Todos os transformadores devem ser protegidos através de chaves fusíveis adequadas ao nível de curto-circuito local, fornecido pela Cooperativa.

Os elos fusíveis devem ser escolhidos conforme a potência e tipo do transformador, conforme *Anexo 21 – Tabela para escolha de elo fusível e tap de transformador.*

17.1.2.2.2. Transformador na rede rural

Os transformadores devem ser protegidos através de chaves fusíveis tipo C - 300 A. Estas não necessariamente ficarão no mesmo poste do transformador, desde que, tenha-se condições de acesso e visibilidade, com distância não superior a 100 metros.

Os elos fusíveis devem ser escolhidos conforme a potência e tipo do transformador, conforme *Anexo 21 – Tabela para escolha de elo fusível e tap de transformador.*

Os transformadores podem ter proteção no lado da baixa tensão por Corta-Circuito Fusível Secundário, instalado conforme a *OTD 035.02.04 Rede convencional – transformadores*.

17.2. Proteção contra sobretensão

Devem ser projetados pára-raios nos seguintes pontos:

- Em transformadores de distribuição;
- Em equipamentos (banco de capacitores, reguladores de tensão, religadores e seccionalisadores automáticos).
- Em redes troncais deverão ser instalados no mínimo a cada 4 km em trechos onde não estejam situados equipamentos que exigem a instalação do mesmo.
- Em estruturas de entrada de consumidores com cabos isolados;
- Na transição da rede nua para a rede compacta (ponto de conexão).

17.3. Equipamento de manobra

O projeto de equipamento de manobra (chave faca unipolar com dispositivo para abertura com carga) deve obedecer aos critérios fornecidos pela Cooperativa, para cada projeto individualmente, quanto ao local ou conveniência de sua instalação.

Os equipamentos projetados devem atender às seguintes condições de funcionamento no seu ponto de instalação:

- A tensão nominal da chave faca deve ser adequada à classe de tensão do sistema de distribuição;
- A corrente nominal deve ser igual ou maior que a máxima corrente de carga fornecida pela Cooperativa.
- A capacidade de ruptura, fornecida pela Cooperativa, deve ser compatível com a corrente de curto-circuito.

Sumário

18. Conexões - rede primária e secundária

A escolha e a execução das conexões da rede primária e secundária devem ser de acordo com a *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamentos* e a *OTD 035.03.07 Rede compacta – cruzamentos, conexões e emendas*.

19. Amarrações

19.1. Rede primária

A amarração dos condutores de alumínio deve ser executada através de elementos pré-formados (laço e alça).

A escolha e a execução da amarração devem ser de acordo com a *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamentos* e a *OTD 035.03.08 Rede compacta – amarrações, derivações e aterramento*.

19.2. Rede secundária

Nas redes convencionais e isoladas, a amarração dos condutores deve ser com laço pré-formado.

Em estruturas de fim de rede e seccionamento, as amarrações devem ser com alça pré-formada. Nas redes isoladas com neutro isolado, com grampo de ancoragem.

A escolha e execução da amarração deve ser de acordo com a *OTD 035.02.07 Rede convencional – amarrações, aterramento, conexões e cruzamento*.

20. Materiais

Todos os materiais projetados deverão atender as Especificações Técnicas da Cooperativa.

21. Ocupação de faixa de domínio

A travessia e ocupação de faixa de domínio de rodovias federais e estaduais, ferrovias, rios e águas navegáveis e linhas de transmissão, devem ser executadas de acordo com o *Anexo 15 – Travessia e ocupação da faixa de domínio.*

22. Apresentação do projeto

Os documentos requeridos para a apresentação de projetos, constam no *Anexo 16 – Documentos necessários para a apresentação de projetos.*

22.1. Planta

22.1.1. Formato

As plantas devem ter os tamanhos especificados na NBR/ABNT – 10068, em disposição horizontal, conforme a tabela:

Tabela 48 – Formato e dimensões das plantas

Formato	Dimensões mm
A1	594 X 841
A2	420 X 594
A3	297 X 420
A4	210 X 297

Os desenhos devem ter suas partes componentes dispostas em zonas, conforme o indicado no *Anexo 17 – Distribuição das partes componentes do desenho.*

22.1.2. Selo padrão

Os desenhos devem receber um selo conforme o *Anexo 18 – Selo padrão.*

A titulação do selo padrão é composta de 3 grupos principais, diferenciados entre si pelo tamanho das letras.

Sempre que um conjunto de desenhos se referir a um mesmo assunto, a titulação deve ser mantida inalterada em tudo o que for comum ao mesmo (termos, ordem das palavras, símbolos, siglas, etc.), mudando apenas o que distingue um desenho do outro.

A titulação dos grupos deve ser conforme a seguir:

1º. Grupo – nome que identifique claramente o todo do projeto executado;

2º. Grupo – designação de parte do todo que constitui o 1° Grupo a qual o desenho se refere;

3º. Grupo – designação de parte do todo que constitui o 1° Grupo a qual o desenho se refere, ou pelo tipo de desenho ou por outras informações necessárias à sua perfeita identificação.

22.1.3. Simbologia

Os símbolos e convenções utilizados devem ser aqueles do *Anexo 16 – Simbologia e Nomenclatura.*

Outros símbolos e convenções podem ser utilizados desde que indicados nas respectivas plantas.

22.2. Elementos do Projeto

22.2.1. Memorial Técnico Descritivo

O memorial técnico descritivo deve conter as informações técnicas sobre o projeto descrevendo os seguintes tópicos:

a) Objetivo da obra

Descrição da finalidade da obra, razões da sua execução, características dos consumidores, economia básica da região ou zona atendida pelo projeto, etc;

b) Localização

Descrição da localização geográfica da rede, citando municípios e distritos atingidos por ela;

c) Normas e regulamentos

Normas e regulamentos utilizados para a elaboração do projeto.

d) Tomada de energia

Descrição da localização geográfica da tomada de energia, da tensão nominal de operação, classe de isolação, número de fases, seção e tipo de condutores do alimentador existente;

e) Número de consumidores

Número de consumidores previstos e prováveis;

f) Características da rede

Especificação da classe de isolação, tensão de operação, bitola/seção e tipo de condutor, número de fases, estruturas predominantes, altura dos postes e vão médio da rede;

g) Ramal de Ligação

Descrição dos ramais de ligação a serem utilizados;

h) Transformador

Descrição das características técnicas: potência e número de fases;

Sumário

i) Proteção e Manobra

Localização e descrição dos critérios de proteção adotados com a especificação técnica (classe de tensão, tensão e corrente nominal dos elementos projetados: chave faca, chave fusível, pára-raios, etc.);

j) Aterramento

Descrição dos aterramentos a serem executados nos equipamentos e na rede de distribuição com a descrição do tipo de material utilizado;

k) Iluminação Pública

Informação sobre a carga prevista para a iluminação pública com informação sobre a potência e tipo de cada luminária e do tipo de comando adotado;

l) Uso Mútuo de Postes

Indicação do número e discriminação da utilização de uso mútuo de postes;

m) Roçada, Desmatamento, Abate e Poda de Árvores - Justificativa Técnica

Justificativa(s) técnica(s) para o uso de critérios diferenciados daqueles previstos nesse Documento;

n) Considerações gerais

Outras informações de interesse para a perfeita compreensão do projeto e que não se enquadrem nos itens anteriores;

o) Itens de segurança

Descrição dos itens de segurança exigidos no item 10.3.9. da Norma Regulamentadora Nº 10 do Ministério do Trabalho e Emprego;

p) Custo Total

Custo total do projeto discriminado em mão-de-obra e materiais.

22.2.2. Planta urbanística e iluminação pública

Em projetos de loteamentos, deve ser apresentada a planta urbanística constando:

- lotes;
- quadra;
- ruas, avenidas e praças;
- pontes, viadutos e túneis;
- rodovias, ferrovias e rios;
- prédios;
- marcos quilométricos e geodésicos com suas coordenadas (se existirem);
- árvores de grande porte;
- dados relativos à iluminação pública (número, potência e tipo de lâmpada e de luminária).

22.2.3. Planta chave

A planta chave deve ser apresentada sempre que houver mais de duas folhas de planta construtiva desenhada nas escalas:

Rede de Distribuição Urbana	1 : 5.000
Rede de Distribuição Rural	1 : 25.000

A planta chave deve conter os seguintes elementos:

- situação da rede primária existente com localização do ponto de alimentação através de identificação pelo nome da rua, número do prédio mais próximo e identificação do equipamento mais próximo e do seu número de cadastro;

Sumário

- traçado da rede primária;
- número de fases, bitola e tipo dos condutores da rede primária projetada;
- transformadores identificados pelo número de cadastro;
- chaves identificadas pelo número de cadastro;
- acidentes naturais ou artificiais do terreno;
- outras redes primárias as existentes;
- linhas de transmissão;
- indicação dos limites de municípios;
- indicação do norte geográfico;
- indicação da parte abrangida por cada folha da planta construtiva.

22.2.4. Planta construtiva

A planta construtiva deve ser desenhada nas escalas:

Rede de Distribuição Urbana	1 : 1.000
Rede de Distribuição Rural	1 : 5.000

A planta construtiva deve conter os seguintes elementos:

- na inexistência de planta chave: localização do ponto de alimentação através da identificação pelo nome da rua, número do prédio mais próximo e identificação do equipamento mais próximo e do seu número de cadastro;
- indicação, no ponto de alimentação, de pelo menos dois vãos da rede existente, para cada lado da derivação com características dos postes, estruturas, número de fases, bitola/seção e tipo dos condutores, tensão nominal de operação, classe de isolação e ângulo de derivação;
- comprimento dos vãos;
- ângulos de deflexão nas redes rurais;
- número de fases, bitola e tipo dos condutores;
- postes;
- estruturas;
- tipo de estruturas de reforço mecânico projetado: estai, escora ou base concretada;
- indicação do ângulo de montagem dos estais quando não forem na bissetriz do ângulo de deflexão;
- indicação do cantão ou vão a ser montado com tração mecânica reduzida;
- ramais de ligação com indicação da ligação ao poste;
- transformadores;
- chaves;
- pára-raios;
- aterramentos;
- localização dos consumidores novos não residenciais com as respectivas cargas em kVA;
- localização dos edifícios de uso coletivo novos com as respectivas cargas em kVA;
- localização dos consumidores com cargas especiais em kVA;
- identificação pelo nome e atividade dos consumidores rurais;
- ruas e número dos prédios existentes;
- marcação dos terrenos e lotes vazios;
- indicação de divisas de propriedades rurais;
- linhas de transmissão identificadas pela tensão de operação e nome do proprietário;
- rede de telecomunicação existente ou projetada;
- outras ocupações dos postes existentes ou projetadas; rodovias federais, estaduais e municipais e caminhos particulares;

Sumário

- ferrovias;
- aeródromos;
- outras redes existentes;
- rios, arroios, lagos, peraus e barrancos;
- matos e pântanos;
- parreirais e outras culturas que utilizem estruturas metálicas de sustentação, paralelas ou sob a rede;
- cercas e outros obstáculos ao alcance da rede;
- indicação dos trechos de roçada;
- indicação do trecho de arborização a ser desmatado;
- indicação do trecho ou das árvores a serem podadas;
- indicação das árvores a serem abatidas;
- detalhes de estruturas não previstas nas padronizações;
- detalhe de elementos quando a escala utilizada dificultar a sua compreensão;
- indicação do norte geográfico;
- diagrama unifilar com as respectivas chaves a serem manobradas quando de sua execução, após a aprovação do projeto;
- numerar os postes existentes e a instalar.

22.2.5. Planilha de cálculo elétrico

Planilha(s) do cálculo elétrico, conforme *Anexo 2 - Planilha de Cálculo de Queda de Tensão MT-BT.*

22.2.6. Planilha de cálculo mecânico

Planilha(s) de cálculo mecânico para estruturas diferentes dos padrões conforme *Anexo 9 – Planilha de cálculo mecânico.*

22.2.7. Planilha de levantamento e cálculo de demanda rural não residencial

Planilha(s) do *Anexo 1 – Planilha para levantamento de carga instalada e cálculo do tipo de fornecimento.*

22.2.8. Termo de autorização de passagem

Termo(s) de Autorização de Passagem por propriedades particulares conforme *Anexo 20 – Termo de autorização de passagem.*

22.2.9. Autorização de poda ou abate de árvores

Autorização dos Órgãos Públicos competentes para o desmatamento, poda ou abate de árvores conforme *OTD 001-01-09 Limpeza de Faixa.*

22.2.10. Detalhe de ocupação e travessia de faixa de domínio

Quando houver ocupação ou travessia de faixa de domínio de rodovias federais ou estaduais, ferrovias, vias navegáveis ou linhas de transmissão de energia elétrica, devem ser apresentados projetos em separado, conforme o *Anexo 15 – Travessia e ocupação da faixa de domínio.*

22.2.11. Relação de materiais

Deve ser apresentada a relação dos materiais a serem instalados e dos materiais retirados da rede de distribuição.